

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Int. Cl.:

G 01 d, 9/00

G 01 v, 1/34

Deutsche Kl.:

42 d, 3/10

42 c, 42

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 253 014

Aktenzeichen: P 22 53 014.9

Anmeldetag: 28. Oktober 1972

Offenlegungstag: 3. Mai 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum:

28. Oktober 1971

10. November 1971

20. Dezember 1971

33

Land:

Großbritannien

31

Aktenzeichen:

50199-71

52218-71

59167-71

54

Bezeichnung:

Verfahren zum Darstellen oder Wiedergeben von Daten

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder:

Seiscom Ltd., Sevenoaks, Kent (Großbritannien)

Vertreter gem. § 16 PatG:

Redies, F., Dr.-Ing. Dr. jur.; Redies, B., Dr. rer. nat.;  
Türk, D., Dr. rer. nat.; Gille, Ch., Dipl.-Ing.; Patentanwälte,  
4000 Düsseldorf-Benrath

72

Als Erfinder benannt:

Anstey, Nigel Allister, Sevenoaks, Kent (Großbritannien)

DT 2253014

BEST AVAILABLE COPY

2253014

G 48 658

Firma SEISCOM LIMITED, Tubs Hill House,  
SEVENOAKS, Kent (Großbritannien)

-----

Verfahren zum Darstellen oder Wiedergeben von  
Daten

-----

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Darstellen oder Wiedergeben von Daten und befaßt sich insbesondere mit der Darstellung von Variablen, welche als Wellenformen oder graphische Kurven wiedergegeben werden können, in Farbe. Die Erfindung betrifft außerdem die kombinierte Darstellung oder Wiedergabe von Quantitäten oder Mengen, die unterschiedliche Funktionen derselben Variablen sind, für durch Betrachten durchzuführende Auswertung.

-2-

309818/0893

BEST AVAILABLE COPY

Brauchbare Informationen können oft dadurch gewonnen werden, daß man die Variationen von mehr als einer Menge als Funktion einer gemeinsamen Variablen zusammenbringt. Ein Beispiel ist die seismische Untersuchung oder Erforschung, wobei der geologische Wert einer üblichen Darstellung oder Wiedergabe von seismischen Vibrationen als Funktion der Reflektionszeiten dadurch verstärkt werden kann, daß man der Darstellung oder Aufzeichnung weitere Variable wie die Intervallgeschwindigkeit hinzu addiert. Andere Beispiele sind

- a.) die Interpretation als Funktion der Tiefe einer akustischen, elektrischen, neutronischen oder anderen in einem Bohrloch vorgenommenen Messung,
- b.) die Interpretation der Aufzeichnungen der Schwerkraft und des magnetischen Feldes, die als Funktion der Entfernung entlang einem Profil aufgenommen wurden,
- c.) die Interpretation von medizinischen Wellenformen wie die elektroencephalografischen Signale als Funktion der Zeit und
- d.) die Aufstellung einer Fehlerdiagnose von einer Anzahl von Energieumwandlern, die beispielsweise in einer Maschine, einem Rechner bzw. einem Computer oder in einem menschlichen Körper vorgesehen sein können.

Wo die Art des erwarteten Verhältnisses zwischen verschiedenen Funktionen mathematisch ausgedrückt werden kann, ist es üblich, die Technik der Kreuzkorrelation anzuwenden, um ein numerisches Maß dieses Verhältnisses zu gewinnen. Bei geeigneten Anwendungen ist diese Technik sehr energiereich und auch in der Lage, Verhältnisse zwischen Funktionen zu finden, wenn derartige Verhältnisse nicht durch optische Untersuchung der entsprechenden Wellenformen festgestellt werden können. Die Kreuzkorrelations-Technik ist jedoch nur dann besser als das menschliche Auge, wenn die Integrationsintervalle lang genug sind, um viele Variationszyklen einzuschließen, und wenn keine bedeutende Streckung oder Verkürzung der gemeinsamen Achse der Variablen gegeben ist.

Weiterhin bleibt jedoch in jedem Fall Raum für eine mit dem Auge durchzuführende Korrelation, wenn eine auf Erfahrung beruhende menschliche Beurteilung der Bedeutung der Korrelation vorgenommen werden muß und wenn diese Erfahrung doch nicht bis zu einem Stadium entwickelt wurde, daß ihre Basis für die Beurteilung quantifiziert werden kann. Derartige Situationen bestehen bei den vorstehend erwähnten Beispielen der Geologie, der Tiefenmessung und bei medizinischen und gedanklichen Forschungen.

Die Ausdrücke "variabler Bereich" bzw. "variable Fläche" und "variable Dichte", die nachstehend benutzt werden, werden im Sinne <sup>bei der</sup> der optischen

- 4 -

Aufzeichnung von Tönen auf einem Film üblichen Technologie verwendet. Eine Spur oder ein Linienzug eines "variablen Bereiches" ist eine Spur, bei der der schwarze Bereich einer teilweise schwarzen und teilweise weißen Spur entsprechend der abhängigen Variablen moduliert ist, während eine Spur oder ein Linienzug der "variablen Dichte" eine Spur ist, in der die Graudichte einer Spur bzw. Aufzeichnung mit konstanter Breite so moduliert ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Darstellung oder Aufzeichnung von Meßdaten für eine beispielsweise mit dem menschlichen Auge durchzuführende Auswertung zu verbessern .

Die Erfindung umfaßt die nebeneinandergestellte oder überlagerte Darstellung einer Vielzahl von physikalischer Messungen in Farbe, wobei diese Messungen als verschiedene Funktionen derselben Variablen betrachtet werden können. Diese Darstellungen oder Aufzeichnungen können mit der Darstellung oder Aufzeichnung weiterer dieser Funktionen in Form einer variablen Fläche bzw. eines variablen Bereiches oder einer variablen Dichte verbunden werden. Es wurde gefunden, daß derartige Aufzeichnungen oder Darstellungen dem menschlichen Auge sehr schnell und leicht Informationen über zahlreiche Arten von Verhältnissen, die zwischen den verschiedenen Funktionen bestehen, liefern.

-5-

Durch die Erfindung wird einerseits ein Verfahren zum Erzeugen einer kombinierten Darstellung oder Aufzeichnung einer Vielzahl von Funktionen derselben oder verwandter Variabler geschaffen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man jede dieser Funktionen in einer für die Aufzeichnung oder Darstellung als Spur bzw. Kurve einer bestimmten Farbe geeigneten Form vorbereitet, wobei die lineare Ausdehnung dieser Kurve die unabhängige Variable und die Intensität der Farbe die Größe der Funktion wiedergibt, woraufhin diese Darstellungen oder Aufzeichnungen derart miteinander verschmolzen werden, daß besondere Verhältnisse zwischen den Größen der Funktionen durch bestimmte gemischte Farben zu identifizieren sind.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung wird eine zusammengesetzte Darstellung oder Aufzeichnung einer Vielzahl von Funktionen derselben oder verwandter Variabler geschaffen, wobei eine dieser Funktionen in Form eines variablen Bereiches bzw. einer variablen Fläche dargestellt oder aufzeichnet wird und wobei die Farbe des normalerweise schwarzen oder weißen Bereiches gemäß einer weiteren oder weiterer derartiger Funktionen moduliert wird.

Nach noch einem weiteren Merkmal der Erfindung wird eine zusammengesetzte Darstellung oder Aufzeichnung einer Vielzahl von Funktionen derselben oder verwandter Variabler geschaffen, wobei eine

- 6 -

dieser Funktionen in Form einer variablen Dichte oder Schwärzung dargestellt oder aufgezeichnet wird und die andere Funktion oder die anderen Funktionen benutzt wird bzw. benutzt werden, um die Farbe der hellen oder dunklen Teile der Spur oder Kurve der variablen Dichte zu modulieren.

Auch wird durch die Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen einer kombinierten Darstellung oder Aufzeichnung einer Vielzahl von Funktionen derselben oder verwandter Variabler geschaffen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man für jede dieser Funktionen eine gefärbte Spur oder Kurve erzeugt, deren lineare Ausdehnung die unabhängige Variable wiedergibt und deren örtliche Farbänderungen die örtliche Größe der Funktion darstellen, woraufhin man die so gewonnene Vielzahl von Spuren oder Kurven derart zueinander anordnet, daß eine Identifikation von speziellen Beziehungen zwischen den zahlreichen Funktionen aufgrund der speziellen Farbe möglich ist.

Jede der obengenannten zahlreichen Darstellungen oder Aufzeichnungen kann mit der Darstellung oder Aufzeichnung einer zusätzlichen Funktion, die in Schwarz oder Schatten von Grau wiedergegeben ist, verbunden werden, indem man eine Spur oder Kurve eines variablen Bereiches oder einer variablen Dichte überlagert.

-7-

- 7 -

Es kann ein Farbschlüssel vorgesehen sein, mit dessen Hilfe die örtliche Farbe einer Spur oder Kurve quantitativ in Ausdrücken der Variablen, welche sie wiedergibt, interpretiert werden kann.

Die Erfindung wird weiterhin anhand der Zeichnung erläutert, und zwar zeigt

Fig. 1 drei Funktionen derselben Variablen zusammen mit den diesen jeweils zugeordneten voneinander getrennten Farbspuren und der kombinierten Farbspur,

Fig. 2 eine einzige Funktion einer Variablen, die Auflösung dieser Variablen in dreifarbige Spuren und die Überlagerung dieser drei Spuren zum Erzeugen einer mehrfarbigen Spur, welche für die Variable repräsentativ ist,

Fig. 3 eine Ausführungsform der Erfindung<sup>für</sup> die Anwendung der Technik aus Fig. 2 zum Erzeugen der Darstellung von Konturen,

Fig. 4 in einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung die Technik der Überlagerung der Spur oder Kurve eines variablen Bereiches einer variablen Funktion und der farbigen Spur oder Kurve einer anderen variablen Funktion,

-8-



Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Anwendung dieser Techniken für seismische Schürfungen, wobei vier senkrecht verlaufende Wellenzüge dargestellt sind, nämlich

- a) eine seismische Spur eines variablen Bereiches, die mit maßstabgetreuer Amplitude aufgezeichnet ist,
- b) dieselbe Spur nach einem Amplitudenausgleich,
- c) ein Maß der Reflektionsstärke für die ersten zwei Fälle und die allgemeine Art ihrer Wiedergabe in Farbe und
- d) ein Maß der Kohärenz von Meßpunkten gleich Tiefe der Reflektionsfälle, wobei die Annahme gilt, daß die ersten beiden Fälle primäre Reflektionen und der dritte Fall mehrfache Reflektionen sind,

Fig. 6 in Form eines Blockdiagrammes ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, woraus die einzelnen Schritte zum Erzeugen von einer oder mehreren farbigen Spuren aus drei zugegebenen variablen Signalen und die Art der Überlagerung einer vierten Variablen, welche die Form eines variablen Bereiches besitzt, zu erkennen ist,

Fig. 7 eine schematische Darstellung , aus der zu erkennen ist, wie die Aufzeichnung der Vorgänge aus Fig. 6 gleichzeitig unter Verwendung einer Farb-Kathodenstrahlröhre erfolgt,

Fig. 8 eine schematische Darstellung, aus der zu erkennen ist, wie unter Verwendung von drei modulierbaren Lichtquellen bestimmter Farben und unter Verwendung von farbphotographischem Material das Aufschreiben bzw. Aufzeichnen und Ausdrucken der Arbeitsgänge aus Fig. 6 gleichzeitig durchgeführt werden kann,

Fig.9a eine schematische Darstellung , aus der zu erkennen ist, wie die Aufzeichenvorgänge aus Fig. 6 unter Verwendung einer einzigen modulierbaren Lichtquelle und schwarz-weißem photographischem Material nacheinander durchgeführt werden kann,

Fig.9b eine Möglichkeit des Farbdruckvorganges, die mit der Vorrichtung aus Fig. 9a verbunden werden kann,

Fig.9c eine Abwandlung des Farbdruckvorganges aus Fig. 9b,

Fig.10 ein Blockdiagramm einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, woraus zu erkennen ist, wie eine einzige Variable verarbeitet werden kann, um drei Variable in einer Form zu

- 10 -

erhalten, daß sie als Eingangssignale für die Anordnung aus Fig. 6 verwendet werden können,

Fig. 11 eine durch die Erfindung gewonnene farbige Darstellung oder Aufzeichnung mit einem zugehörigen Farbschlüssel,

Fig. 12 für Vergleichszwecke die Fig. 11 zugeordnete Schwarz-Weiß-Darstellung und

Fig. 13 a bis 13c drei photographische Filmaufnahmen, die jeweils eine andere Farbspur bzw. Farbaufzeichnung zeigen.

Fig. 1 zeigt eine Art der erfindungsgemäß gewonnenen Darstellung. Die Kurven 1, 2 und 3 sind drei Funktionen derselben Variablen. Diese geben beispielsweise unterschiedlich physikalische Messungen wieder, die in einem Bohrloch in verschiedenen Tiefen durchgeführt worden sind. Jede dieser Variablen ist als Spur oder Kurve einer variablen Dichte bzw. Schwärzung oder Färbung einer bestimmten Farbe aufgezeichnet. Wie in der Darstellung 4 vorgeschlagen, ist die der ersten Funktion (Kurve 1) entsprechende Spur in Rot-schattierungen aufgezeichnet. Dabei sind drei Dichten oder Farbintensitäten von Rot verwendet, um die drei Ebenen bzw. drei Längenwerte der Funktion 1 wiederzugeben, wobei diese drei Dichten mit

-11-

den Werten "0" , "1" und "2" bezeichnet sind. In ähnlicher Weise zeigt die Darstellung 5 die zweite Funktion (Kurve 2) als Spur oder Aufzeichnung, die aus drei verschiedenen Dichten oder Farbwerten der Farbe grün gebildet ist, während die dritte Funktion (Kurve 3) in der Darstellung 6 als Spur oder Aufzeichnung aus drei verschiedenen Dichten oder Farbwerten der Farbe blau wiedergegeben ist. Diese drei Spuren können gleiche Breite aufweisen und im selben Maßstab der unabhängigen vertikalen Variablen aufgezeichnet sein. Diese drei Farben werden als Kennfarben ausgewählt und können die primären Farben sein, aber ebenso deren Komplementärfarben oder andere geeignete Farbtöne.

Diese drei Spuren oder Aufzeichnungen werden einander überlagert, um die in der Darstellung 7 zu erkennende zusammengesetzte Spur oder Aufzeichnung zu erhalten. Diese Spur zeigt die in Fig. 1 erkennbaren Farbvariationen, welche Kombinationen der Werte der drei durch die Kurven 1, 2 und 3 dargestellten Ausgangsfunktionen wiedergeben und identifizieren. Eine derartige Darstellung ist von großem Wert für die mit dem Auge durchzuführende Identifikation der speziellen Gegebenheiten bzw. Zustände in einem Bohrloch, die nur als eine Kombination verschiedener Auswirkungen festgestellt werden können.

Fig. 2 zeigt eine andere Art der Darstellung oder Wiedergabe, wobei diesmal die unterschiedlichen Höhen bzw. Amplituden einer einzigen variablen

Funktion in unterschiedlichen Farben wiedergegeben sind. Die wellenförmige Kurve 8 ist eine einfache Form dieser Funktion, wobei in diesem Falle fünf unterschiedliche Höhenlagen bzw. Größenwerte oder Amplituden dargestellt sind. Aus dieser einzigen Funktion sind drei Spuren oder Aufzeichnungen variabler Dichte oder Färbung gemäß den Darstellungen 9, 10 und 11 herausgezogen, wobei jede dieser Darstellung in einer anderen Farbe wiedergegeben ist. Wiederum können diese Farben die primären Farben oder deren Komplementärfarben sein. Beim in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel können die fünf verschiedenen Höhenlagen oder Werte der wellenförmigen Kurve 8 mit nur zwei verschiedenen Dichten oder Farbwerten für jede der drei gefärbten Spuren oder Aufzeichnungen wiedergegeben werden, jedoch ist die praktische Durchführung der Erfindung nicht auf diese Situation beschränkt. Die drei in den Darstellungen 9, 10 und 11 gezeigten Spuren werden, wie die Darstellung 12 zeigt, einander überlagert, um eine zusammengesetzte Spur oder Aufzeichnung zu erhalten, in welcher die fünf Werte der Änderungen der ursprünglichen Wellenform durch fünf voneinander zu unterscheidende Farbtöne wiedergegeben sind. Bei Weiterentwicklung dieser Ausführungsform können kontinuierlich aufeinanderfolgende Werte der ursprünglichen Wellenform durch kontinuierlich aufeinanderfolgende Farbtöne über den gesamten Bereich der primären und der gemischten Farben wiedergegeben werden.

Fig. 3 zeigt die Anwendung der Technik aus Fig. 2 zum Aufzeichnen von Konturen. Bei verschiedenen Formen der geophysikalischen Schürfung oder Untersuchung ist es beispielsweise wünschenswert, die entlang der Linien durchgeführten geophysikalischen Messungen in Konturbilder zu übertragen, wobei die Meßlinien ein Gitter bilden, das auf eine Karte aufgezeichnet werden kann. Diese Linien sind gemäß Fig. 3 in ihren richtigen Positionen in Form von Farbspuren 13 aufgetragen. Die Meßwerte sind in Fig. 3 numerisch durch die Zahlen "1" bis "5" wiedergegeben, die in der jeweils richtigen Position auf dem aus den Farbspuren 13 gebildeten Gitter aufgezeichnet sind. Diese Meßwerte sind in der Praxis durch Farben wiedergegeben, beispielsweise die Farben blau bis rot, wie in Fig. 2 angegeben. Auf diese Weise ist es kaum notwendig, Konturlinien 14 bzw. Höhenlinien im üblichen Sinne aufzuzeichnen. Vielmehr erscheinen die hochliegenden Bereiche rot, wo sich entsprechend gefärbte Farbspuren kreuzen, und die niedrigen Bereich blau. Der Vorteil dieser Darstellung gegenüber der Darstellung in einfacher veränderbarer Dichte oder Färbung besteht darin, daß der dynamische Bereich und die von der Farbe gelieferte optische Aussage verbessert sind.

Fig. 4 zeigt die Überlagerung einer gefärbten Spur auf eine übliche Spur eines variablen Bereiches. Der Bereich 15, der auf der Spur des variablen Bereiches schwarz ist, bleibt schwarz, während der Bereich 16, der normalerweise weiß ist,

gefärbt wird. Auf diese Weise werden zwei Variable 17 und 18 auf derselben Spur dargestellt, wobei ihre gegenseitige Beziehung bzw. Beeinflussung leicht dargestellt und zu erkennen ist. In gleicher Weise kann eine in Form eines variablen Bereiches dargestellte Information in Form einer variablen Dichte oder Färbung dargestellt werden. In diesem Falle ist die Farbe deutlich an solchen Stellen zu erkennen, in denen eine übliche Spur einer variablen Dichte oder Färbung weiß oder grau sein würde. Nachstehend werden verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der in Fig. 4 dargestellten Technik erläutert.

Die erste Anwendungsmöglichkeit befaßt sich mit der Zugabe einer Information über die Intervallgeschwindigkeit zu einem seismischen Querschnitt. Solche Querschnitte umfassen normalerweise die Anordnung von Darstellungen von hunderten von Spuren variabler Bereiche oder variabler Dichten bzw. Färbungen nebeneinander, wobei jede dieser Spuren die Reflektionsantwort der von einem bestimmten Punkt auf der Erdoberfläche untersuchten bzw. beobachteten Erdschicht<sup>ist</sup>. Gemäß der Erfindung kann einigen oder allen dieser Spuren eine Farbinformation überlagert werden, die seismische Hilfsvariable darstellen, welche, wie die Reflektionsspuren selbst, Funktionen der Reflektionszeit sind. Ein typisches Beispiel für eine derartige Hilfsvariable ist die Intervallgeschwindigkeit, die durch bekannte Techniken zwischen bestimmten Reflektoren berechnet ist (siehe beispielsweise "Velocity spectra-computer derivation

of velocity function" von Taner und Koehler, Geophysics 1969, Band 34 , Seite 859). Solche Berechnungen können Intervallgeschwindigkeitswerte zwischen 1500 und 6500 m/sek. ergeben, und es wurde gefunden, daß diese Werte zweckmäßig in 20 bis 30 Farbabstufungen von blau bis orange - braun dargestellt werden können, wobei die aufeinanderfolgenden Farbabstufungen Geschwindigkeitsunterschiede von 150 oder 200 m/sek. darstellen. Wenn die Berechnungen der Intervallgeschwindigkeit kontinuierlich über den Querschnitt durchgeführt werden, erhält man eine sehr gute Darstellung, die eine leicht aufzunehmende zusätzliche Information über das Gestein bzw. das Gesteinsgefüge des betreffenden Bereiches liefert. Außerdem wird es durch die Farbdarstellung überflüssig, die Werte für die Intervallgeschwindigkeit seitlich zu mitteln, da das menschliche Auge ohne Schwierigkeiten sowohl die mittlere Färbung bzw. den mittleren Farbwert und die Streuung der Messungen erfaßt.

Ein zweites Beispiel für eine Hilfsvariable, die in Farbe einem seismischen Querschnitt überlagert werden kann, ist eine Schätzung der Querneigung bzw. Quereinsattelung oder Einsenkung. Dies ist ein Maß der Komponente der Reflektorneigung quer zur Linie des Profils, das durch Abtasten in dieser Richtung über die durch dreidimensionale Feldmeßtechnik gewonnenen Ergebnisse erzielt wird ( siehe beispielsweise "Three-dimensional seismic method" von Walton, Geophysics 1972, Band 37, Seite 417). In diesem Falle ist die Hilfsvariable ein Maß der



Querneigung oder Quereinsattelung der geologischen Formation , das von den Querteilen des Streubereiches gewonnen wird. Dies wird üblicherweise dadurch geschehen, daß man zunächst das Profil selbst auf Reflektionsübereinstimmungen, die sich auf jeder Seite der Überschneidung mit den Querteilen erstrecken, abtastet bzw. untersucht und dann nach entsprechenden Übereinstimmungen auf den Querteilen sucht. Auf diese Weise erhält man an jeder Schnittstelle oder Überschneidung eine wellenförmige Zeitkurve, wobei positive Querneigungen durch entsprechende positive Zahlen und negative Querneigungen durch entsprechende negative Zahlen dargestellt sind und wobei alle Werte, die nicht mit einer zuverlässigen Querneigungsmessung zu verbinden sind, Null gesetzt werden. Falls erwünscht, kann man die Wellenform der so gewonnenen Kurve in Richtung des Profils in einem geringen Ausmaß mitteln. Dann werden sie die in Kombination mit dem Reflektionsprofil selbst darzustellenden Hilfsvariablen. Sie können beispielsweise derart dargestellt werden, daß Reflektionsübereinstimmungen, welche von Stellen vor der Ebene des Querschnittes stammen, in roter Farbe, solche, die von Stellen in der Ebene des Querschnittes <sup>stammen</sup> in gelber Farbe und solche, die von Stellen hinter der Ebene des Querschnittes stammen, in blauer Farbe erscheinen, wobei zwischen diesen Extremen geeignete Abstufungen vorhanden sind.

Ein drittes Beispiel für eine Hilfsvariable, die in Farbe einem seismischen Querschnitt überlagert

werden kann, ist ein Maß der Kohärenz bzw. Übereinstimmung zwischen den Elementen von Aufzeichnungen gleicher Tiefe, die in den Stapel eingehen (siehe beispielsweise "Semblance and other coherency measures for multichannel data" von Neidell und Tanner, Geophysics 1971, Band 36, Seite 482). Hierdurch erhält man eine sofortige und deutliche Anzeige solcher Reflektoren, die primäre Reflektoren auf der Basis der vorhandenen Geschwindigkeitsverteilung sind.

Ein viertes Beispiel ist ein Maß für die Stärke einzelner Reflektionen, das in bezug auf einen bekannten Reflektionskoeffizienten und gemessene Spektraländerung eingestellt werden kann, um brauchbare Reflektionskoeffizienten wiederzugeben (siehe beispielsweise "Reflections on Amplitudes" von O'Doherty und Anstey, Geophysical Prospecting 1971, Seiten 430 bis 458). Dieser Fall ist in Fig. 5 als geeignetes Beispiel für das allgemeine Prinzip der Farbdarstellung von seismischen Hilfsmessungen wiedergegeben.

In Fig. 5 ist eine Spur einer seismischen Reflektion ohne Manipulationen der Zeitänderungsamplitude wie automatische Verstärkungsregelung oder Egalisierung als Kurve 19 dargestellt, welche die übliche Form der Wiedergabe eines variablen Bereiches ist. Drei Reflektionsfälle sind vorgesehen, nämlich eine primäre Reflektion 20 mit großer Amplitude, eine primäre Reflektion 21 mit kleiner Amplitude und eine vielfache Reflektion 22 mit kleiner Amplitude. Es ist allgemein zu beobachten,

daß , wenn die gesamte Spur in einer Stärke dargestellt wird, welche der Reflektion 20 entspricht, die vielfache Reflektion 22 mit kleiner Amplitude genügend scharf ausgeprägt bleibt, daß jedoch die primäre oder einfache Reflektion 21 mit kleiner Amplitude nicht so klar zu erkennen ist, wie der Auswerter wünschen könnte. Deshalb ist es üblich, irgendeine Spuregalisierung oder Spurabgleichung vorzusehen, wodurch unterschiedliche Maßstabfaktoren auf die verschiedenen Reflektionen angewendet werden, um ihre Amplituden vergleichbar zu halten. Die Auswirkung hiervon zeigt die Kurve 23. Dies hat jedoch drei bekannte Nachteile. Einmal geht das wahre Verhältnis der Amplituden zwischen den verschiedenen primären Reflektionen verloren. Außerdem erhalten die durch den Stapelvorgang gedämpften vielfachen Reflektionen wieder unerwünscht große Amplituden. Schließlich erhöht sich auch die Amplitude des Hintergrundgeräusches.

Bei dieser Anwendungsform der vorliegenden Erfindung wird die Farbe der egalisierten oder abgeglichenen Spur oder Kurve 23 durch ein Maß der Stärke der Reflektionen auf der ursprünglichen nicht abgeglichenen Spur oder Kurve 19 moduliert. Dieses Maß der Reflektionsstärke ist beispielsweise durch die Kurve 26 angedeutet. Bis zu einem gewissen Grade zeigt die oben zuletzt angegebene Referenz, daß dieses Maß der Reflektionsstärke in Form des augenblicklichen Reflektionskoeffizienten der reflektierenden Fläche ausgedrückt werden kann.

- 19 -

Diese Variable wird dann benutzt, um die Farbe entweder des "schwarzen" Teiles 24 oder des "weißen" Teiles 27 der Spur oder Kurve 23 des variablen Bereiches zu modulieren. So werden Reflektionen mit einer großen echten Amplitude wie die Reflektion 28 in rote Farbe und Reflektionen mit einer kleinen Amplitude wie die Reflektion 29 in blaue Farbe moduliert. Dazwischen liegende Amplituden werden durch dazwischen liegende Farbtöne des Spektrums dargestellt, wie durch die Farbskala 30 angedeutet.

Diese Maßnahme ist ausreichend, um zwischen Reflektionen mit großer und kleiner Amplitude, wie den Reflektionen 20 und 21, unterscheiden zu können, reicht jedoch nicht aus, um zwischen primären und vielfachen Reflektionen mit jeweils kleiner Amplitude wie den Reflektionen 21 und 22 zu unterscheiden. Auch erfolgt keine Unterscheidung zwischen Reflektionen und Hintergrundgeräusch. Daher wird gemäß einer Abwandlung der Erfindung die von der Kurve 26 der Variablen der Reflektionsstärke gewonnene Information mit der Information einer Kurve 25 der Variablen der Kohärenz kombiniert. Beispielsweise kann die Variable der Reflektionsstärke in geeigneten Spektralfarben nur aufgezeichnet werden, wenn die Variable der Kohärenz einen vorhandenen Schwellenwert übersteigt, welcher selbst zeitabhängig sein kann. Ein solcher Schwellenwert ist durch die gestrichelte Linie 31 angedeutet.

-20-

Da die Kohärenz den Schwellenwert sowohl im Falle einer primären Reflektion 20 mit großer Amplitude als auch im Falle einer primären Reflektion 21 mit kleiner Amplitude übersteigt, werden beide Reflektionen in bezug auf die ihnen zugehörigen Farben moduliert. Da andererseits die Kohärenz bei den vielfachen Reflektionen 22 schwach ist, verbleiben dieselben ungefärbt oder in einem neutralen Grauton. Eine solche Darstellung identifiziert daher solche Reflektionen, die sowohl stark als auch primär sind, und zwar auf der Basis der vorhandenen Geschwindigkeitsverteilung. Diese Reflektionen sind Reflektionen, die für die Berechnung von Intervallgeschwindigkeiten geeignet sind.

Vorstehend wird der Begriff "Stärke" zum Wiedergeben jedes vieler möglicher Maße der Größe des Reflektionssignales verwendet. Insbesondere kann die "Stärke" durch den numerischen, d.h. "gleichgerichteten" Wert der Amplitude des seismischen Signales oder durch das Quadrat oder eine andere Potenz der Amplitude oder durch eine zeitgemittelte oder geglättete Version jedes dieser Werte wiedergegeben werden. Ein bevorzugtes Maß ist das der augenblicklichen Energie des Signals, welches durch eine Summierung der von der Wellenform wiedergegebenen potentiellen und kinetischen Energie nach bekannten Techniken geschätzt wird. Dieses Maß der Stärke hat den Vorteil, daß es sich ohne scharfe Übergänge verändert und den Teil der seismischen Erscheinung

hervorhebt, der voraussichtlich mit einer Geschwindigkeit wandert, die der Charakteristik des Übertragungsmediums am ähnlichsten ist. Es wurden jedoch auch andere Maße verwendet, beispielsweise eine einfache geglättete Version der gleichgerichteten Amplitude.

Die gewonnene Farbdarstellung kann unabhängig davon, welches Maß der Stärke verwendet worden ist, nach dem jeweils vorhandenen Reflektionskoeffizienten der seismischen Verhältnisse oder Gegebenheiten geeicht werden. Man kann beispielsweise vorsehen, daß jeweils vorhandene Reflektionskoeffizienten im Bereich oberhalb 0,2 in Rot, im Bereich zwischen 0,15 und 0,2 in Orange, im Bereich zwischen 0,1 und 0,15 in Gelb, im Bereich zwischen 0,05 und 0,1 in Grün und im Bereich zwischen 0 und 0,05 in Blau angezeigt werden.

Fig. 6 zeigt die zum Erzeugen einer Darstellung oder Aufzeichnung aus Fig. 1 geeignete Technik. Hierbei werden die den drei Kurven 1, 2 und 3 entsprechenden variablen Funktionen jeweils auf einem Speicherband 32, 33 bzw. 34 aufgezeichnet, von denen sie bei Bedarf abgerufen werden können. In der Stufe 35 werden diese Variablen in geeigneter Weise nach bekannten Techniken verarbeitet, beispielsweise gefiltert und dann in den richtigen Maßstab gebracht und schließlich in eine Form gebracht, daß sie in das verwendete Schreib- bzw. Zeichengerät eingegeben werden können. Der Schreiber

36 ermöglicht das Übereinanderlagern von Licht drei bestimmter Farben, wobei die Intensität jeder Farbe den auf die Speicherbänder 32, 33 und 34 aufgezeichneten ursprünglichen Variablen entspricht. Die Übereinanderlagerung dieser drei Farben kann dann als Farbdruck 37 aufgezeichnet werden.

Fig. 7 zeigt in allgemeiner Darstellung, wie die Funktion des Schreibers 36 mit Hilfe einer für Farbwiedergabe geeigneten üblichen Kathodenstrahlröhre 38 erzielt werden kann. Die drei Schreibsignale 39, 40 und 41 entsprechen den Ausgängen der Stufe 35 aus Fig. 6, welche die von den Speicherbändern abgerufenen Signale in das gewünschte Format bringt. Der endgültige Farbdruck 37 kann durch Kontaktbelichtung auf dem Bildschirm der Kathodenstrahlröhre 38 erzeugt werden, wozu die Stirnplatte dieser Röhre vorzugsweise eine Faseroptikplatte ist. Es ist aber ebenso möglich, diesen Farbdruck durch übliche Photographiertechnik mit Hilfe einer normalen Kamera 42 zu erzeugen.

Fig. 8 zeigt in allgemeiner Darstellung, wie die Funktion des Schreibers 36 durch die Modulation von drei Farblichtquellen erzielt werden kann. Diese Lichtquellen sind beispielsweise Laser 43, 44 und 45, von denen jeder Licht mit einer bestimmten Farbe aussendet, wobei an diese Laser Pockell-Zellen-Modulatoren 46, 47 bzw. 48 angeschlossen sind. Die von diesen Modulatoren ausgehenden drei Lichtstrahle können mittels einer Linse 49 zusammengefaßt und in einen Brennpunkt auf einen

Farbfilm 50 geworfen werden. Die Wiedergabe der unabhängigen Variablen ist dann die Bewegung des aus dem kombinierten Licht bestehenden Bildes 51 gegenüber dem Farbfilm 50. Dies kann man dadurch erreichen, daß man das Bild über einen stillstehenden Film mittels nicht dargestellter bewegbarer Spiegel hinwegführt oder indem man den Farbfilm 50 mittels eines nur schematisch angedeuteten Mechanismus 52 gegenüber dem Bild 51 bewegt. Die Kombination von Laser und Modulator kann durch andere Lichtquellen ersetzt werden, beispielsweise durch Glüh- bzw. Glimmodulatoren, Glühlampen und lichtabgebende Dioden, wobei diese Lichtquellen in Verbindung mit optischen Filtern verwendet werden können, um die Trennung der Farben zu verbessern.

Fig. 9a zeigt in schematischer Darstellung, wie die Funktion des Schreibers 36 unter Verwendung einer einzigen modulierbaren Lichtquelle wie einem Laser 54 durch aufeinanderfolgende Verwendung dieser Lichtquelle erzielt werden kann. Der Modulator 55 ist über einen Schalter 53 wahlweise mit den einzelnen Leitungen für die Schreibsignale 39 bis 41 zu verbinden. Auf einem Monochrom-Film 57 wird mit Hilfe einer Optik 56 und einem Bewegungsmechanismus für den Film für jede Farbe bzw. für jedes der drei Schreibsignale eine eigene Spur mit variabler Dichte oder Schwärzung erzeugt. Jede dieser drei Spuren wird dann in nicht dargestellter Weise mit einer eigenen Farbe bzw. einem eigenen Farbton gefärbt.



Fig. 9b zeigt drei Filme 57a, 57b und 57c, die registerhaltig unterschiedlich gefärbte Spuren oder Linienzüge vor einer breiten Lichtquelle 58 tragen und von einer Kamera 42 photographiert werden. Diese drei unterschiedliche Spuren oder Aufzeichnungen in Gelb, Grünblau und Blaurot tragende Filme sind in Fig. 13a, 13b und 13c ausschnittsweise gezeigt.

Fig. 9c ist eine Abwandlung der Anordnung aus Fig. 9b, wobei der endgültige Farbdruck 60 von drei verschiedenen Belichtungen mit jeweils unterschiedlich gefärbtem Licht erzeugt wird. Das von einer breiten Lichtquelle 58 ausgehende Licht wird durch ein optisches Filter 59 filtriert und benutzt, um das den Farbdruck 60 tragende Material durch den ersten Monochrom-Film 57 zu belichten. Anschließend werden Belichtungen durch die beiden anderen Monochrom-Filme durchgeführt, wobei diese Filme in gegenüber dem Farbdruck übereinstimmendem Register angeordnet und durch unterschiedliche Filter 59 belichtet werden.

Wie bereits oben erwähnt, können die drei verwendeten Farben vorzugsweise die primären Farben oder deren Komplementärfarben gemäß der Größenordnung und Anzahl der photographischen Prozesse und dem gewünschten Endeffekt sein. Bei einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der durch die Figuren 6, 9a und 9c wiedergegebenen Technik umfaßt die Stufe 35 die Fertigstellung der variablen Funktion, beispielsweise durch Ab-ziehen derselben

von einer festgelegten großen Zahl, so daß die Schreibsignale 39 bis 41 ein negatives photographisches Bild darstellen. Dies kann unter Bezugnahme auf die auf einem Speicherband 32 aufgezeichnete Variable Funktion illustriert werden, welche durch die Intensität der roten Farbe auf dem endgültigen Farbdruck 37 wiedergegeben wird. Das Verfahren der Fertigstellung bedeutet, daß ein großer Wert der auf dem Speicherband 32 vorhandenen Variablen von einem Schreibsignal 39 dargestellt wird, das eine hellgraue Dichte oder Schwärzung auf dem Monochrom-Film 57 aufzeichnet. Das optische Filter 59 wird dann Grün-Blau gewählt, so daß ein intensives grün-blaues Licht durch die Lichtschwärzung des Filmes 57 auf das den Farbdruck 60 aufnehmende Material geworfen wird.

Hierdurch wird nach photographischer Verarbeitung bzw. nach üblichem Entwickeln eine starke Ablagerung von gelben und blauroten Farbstoffen und somit eine starke bzw. intensive rote Färbung an Stellen der Spur hervorgerufen, die diesem großen Wert der auf dem Speicherband 32 befindlichen Variablen entspricht. In entsprechender Weise erzeugt ein kleiner Wert der auf dem Speicherband 32 gespeicherten Variablen eine dunkelgraue Schwärzung des Filmes 57, eine schwach grün-blaue Beleuchtung bzw. Farbgebung des Farbdruckes 60 und eine schwach rote Färbung auf dem entwickelten Druck oder fertigen Bild.

Gleiche Verfahren werden für die auf dem Speicherband 33 befindliche Variable unter Verwendung eines Rot-Grün-Filters 59, wobei eine blaue Aufzeichnung auf dem Farbdruck 60 erscheint, und für die auf dem Speicherband 34 befindliche Variable unter Verwendung eines Rot-Blau-Filters 59, wobei eine grüne Färbung auf dem Farbdruck 60 entsteht, verwendet. Bei Anwendung dieser Technik ist ein für den Farbdruck 60 geeignetes Material Ektacolor RC37, das von der Firma Kodak Limited vertrieben wird.

Wie in Verbindung mit Fig. 4 erwähnt, kann es erwünscht sein, eine Spur eines variablen Bereiches 15 einer farbigen Spur oder Aufzeichnung zu überlagern, wobei die Spur des variablen Bereiches eine vierte Variable bildet. In Fig. 6 sind entsprechende Verfahrensschritte durch gestrichelte Linien angedeutet. Die zusätzliche Variable befindet sich auf einem Speicherband 62 und wird in der Stufe 35 in den richtigen Maßstab und das richtige Format gebracht, so daß sie entsprechend dem den Ausgang bildenden Schreibsignal 63 als variabler Bereich aufgezeichnet werden kann. Der von dem Zeichner bzw. Schreiber 36 gelieferte Film wird als vierte Stufe der oben erläuterten Farbdruckfolge verwendet. Der Film wird bei dieser vierten Stufe in Verbindung mit von der Lichtquelle 58 ausgehendem weißen Licht verwendet, entweder ohne Filter 59 oder mit einem Spezialfilter, welches geeignet ist, gute Schwarzwerte durch die Lichtquelle 58 auf

- 27 -

dem den Farbdruck 60 tragenden Papier zu erzeugen.

Obwohl vorstehend Belichtungen mit Rot, Blau und Grün und - entsprechend einem variablen Bereich - mit Schwarz beschrieben worden sind, können auch andere geeignete und brauchbare Farbabstufungen als Steuerfunktionen bzw. als Variable verwendet werden.

Auch kann, wie oben angegeben, das den Farbspuren zu überlagernde vierte Eingangssignal ein Signal einer variablen Dichte oder Schwärzung anstatt eines variablen Bereiches sein, wodurch der oben beschriebene Verfahrensablauf nicht verändert werden muß.

Beim durch die Figuren 6, 9a und 9c angedeuteten Verfahrensablauf wird die Funktion der Stufe 35 zweckmäßig von einem geeigneten Digitalrechner und die Funktion des Schreibers 36 von dem LGP 2703 Laser Graphic Plotter der Firma SIE-Dresser Industries, Houston, Texas (USA) erfüllt. Diese und ähnliche Maschinen sind zum Erfüllen der Funktion des Schreibers 36 vorzuziehen, da sie eine genaue digitale Steuerung der photographischen Schwärzungen ermöglichen.

In diesem Digitalschreiber wird ein photographischer Monochrom-Film von einem Laserstrahl belichtet, wodurch ein vollständiges photographisches Bild

-28-

als Matrizen oder Grundform aus kleinen Punkten aufgebaut wird. Die Intensität jedes Punktes steht unter digitaler Kontrolle. Ein jedem Punkt zugeordnetes 4-Bit-Wort definiert 16 Farbtöne von Schwarz über 14 Schatten von Grau nach Weiß (oder durchsichtig). Diese Strahlabtastung definiert eine Dimension der Darstellung oder Aufzeichnung, welche normalerweise als die der unabhängigen Variablen genommen wird, während die Unterteilung des Filmes zwischen den einzelnen Abtastungen die andere Dimension definiert.

Es ist möglich, den Digitalschreiber zu benutzen, um seismische Querschnitte variabler Dichte oder Schwärzung zu erzeugen, indem man den dynamischen Bereich des normalen Reflektionssignals auf 4 Bits reduziert, indem man jede einzelne Spur in den den Schreiber steuernden Computer eingibt oder einspeist und indem man die Spur auf die gewünschte Breite durch Durchführen einer geeigneten Anzahl gleicher Abtastungen aufbaut.

Andererseits kann der Schreiber auch benutzt werden, um seismische Querschnitte eines variablen Bereiches herzustellen, indem man jede Spur als geeignete Anzahl unterschiedlicher Abtastungen aufbaut, wobei der Unterschied zwischen den Abtastungen von einem logischen Unterscheidungsprogramm bestimmt wird, das dazu dient, eine Spur des variablen Bereiches in Form von einzelnen Absätzen zu erzeugen. In diesem Falle wird natürlich nur ein einziges Bit anstelle eines 4-Bit-Wortes

benötigt, um den Zustand bzw. die Bedingung jedes Punktes der Abtastung zu bestimmen.

In einem nicht vorveröffentlichten Vorschlag der Anmelderin ist die Verwendung des Digitalschreibers zur Darstellung von mehr als einer variablen Funktion (einfarbig) in Verbindung mit seismischen Querschnitten beschrieben. Beispielsweise kann die übliche seismische Vibration als eine Spur eines variablen Bereiches oder einer variablen Fläche dargestellt werden, während eine zweite numerische Funktion, beispielsweise ein Maß der Kohärenz zwischen verschiedenen Beispielen der Vibration, als Dichte- oder Schwärzungsvariationen im "schwarzen" Teil der Spur des variablen Bereiches dargestellt wird. Andererseits ist es auch möglich, die zweite Funktion zum Ablenken der Position der "Nullablenkung" der Spur des variablen Bereiches oder zum Modulieren des "Null"-Grauwertes der Spur einer variablen Dichte oder Schwärzung zu verwenden.

Im vorliegenden Falle wird der Digitalschreiber jedoch in direkter Anwendung auf die oben beschriebene Aufzeichnungstechnik des variablen Bereiches und der variablen Dichte bzw. Schwärzung benutzt. Die drei Farb-Schreibsignale 39 bis 41 werden verwendet, um drei getrennte Spuren variabler Schwärzung zu erzeugen, welche den Darstellungen 4 bis 6 aus Fig. 1 entsprechen, wobei die oben zum Erzeugen derartiger Spuren beschriebene

- 30 -

Technik verwendet wird.

In ähnlicher Weise kann eine Grauspur variabler Schwärzung erzeugt werden, um sie den Farbspuren zu überlagern. Auch kann man eine Schwarz-Hell-Spur eines veränderbaren Bereiches 15 einer Spur eines farbigen Bereiches 16 (siehe Fig. 4) überlagern, wobei diese Spuren nach der oben beschriebenen Technik des variablen Bereiches erzeugt werden.

Es bleibt noch die Anwendung der obengenannten Techniken zum Darstellen einer einzigen farbigen Wellenform ( siehe Fig. 2) und die Überlagerung einer anderen Variablen in Form eines variablen Bereiches oder einer variablen Dichte oder Schwärzung ( wie in Verbindung mit Fig. 5 beschrieben) zu erläutern.

In Fig. 10 kann die darzustellende oder aufzuzeichnende Welle oder Variable aus einem Speicher 64 abgerufen werden. Diese Variable wird in einer Einrichtung 65 in einer Anzahl  $n$  Stufenbereiche zerlegt, welche der Anzahl  $n$  von darzustellenden Farbstufen entspricht. Im Beispiel aus Fig. 2 sind fünf Farbstufen vorgesehen. Ein anschließender Arbeitsspeicher 66 enthält daher alle vom Speicher 64 abgerufenen Signale, jedoch haben dieselben nur  $n$  mögliche Werte. Für jeden dieser möglichen Werte sind in einer Tabelle 67 für die Schwärzung oder die Dichte die Schwärzungen von roten, grünen und

-31-

blauen Aufzeichnungen gespeichert, welche die endgültige Farbe liefern, die den betreffenden Werten zugeordnet sein soll. Beispiele für solche Tabellen sind unten angegeben.

Der anschließende Verfahrensschritt 68 besteht darin, daß man in dieser Tabelle die jedem Wert des verarbeiteten Signals der Variablen zugeordnete rote Schwärzung sucht und aufspürt und auf das Speicherband 32 einer Reihe von rot darzustellenden bzw. wiederzugebenden Werten aufgibt, die der Reihe der von der ursprünglichen Variablen erzeugten Eingangssignale entspricht. Dieser Vorgang wird entweder gleichzeitig oder nacheinander in den Verfahrensschritten 69 und 70 wiederholt, um entsprechende Reihen von grün und blau wiederzugebenden bzw. aufzuzeichnenden Werten zu erzielen. Diese Werte werden auf den Speicherbändern 33 bzw. 34 aufgezeichnet. Die drei Speicherbänder 32, 33 und 34, die ein einziges Band sein können, wenn die Erzeugung und / oder das Abspielen bzw. Darstellen der aufgezeichneten Signale nacheinander erfolgt, entsprechen den betreffenden ersten drei Speicherbändern aus Fig. 6. Es folgt daraus, daß die gerade vorwärts gerichtete Anwendung der oben in Verbindung mit Fig. 6 bis 9 beschriebenen Technik ausreicht, um die gewünschte endgültige Aufzeichnung in Farbe zu erzeugen. Es können aber auch andere Variable über ein weiteres Speicherband 62, wie in Verbindung mit Fig. 6 beschrieben, zugegeben werden, um in Farbaufzeichnungen Spuren bzw. Kurven eines variablen



- 32 -

Bereiches oder einer variablen Dichte bzw. Schwärzung zu überlagern.

Die die Werte für Schwärzung bzw. Dichte der Farben enthaltende Tabelle wird nunmehr für den Fall eines LGP 2703 Schreibers erläutert, die 16 mögliche Farbwerte besitzt, die durch eine 4-Bit Aufzeichnungsinstruktion definiert sind. Diese 16 Farbwerte sind durch die Ziffern 0 bis 15 bezeichnet. Aus diesen 16 Farbwerten können durch die in Tabelle I gezeigten Kombinationen 26 Farben gebildet werden, die 26 Werten der verarbeiteten Variablen entsprechen.

- 33 -

Tabelle I

Signalwert	Blauer Farbwert	Gelb-grüner Farbwert	Roter Farbwert
0	15	0	0
1	13	0	0
2	11	0	0
3	10	0	0
4	9	1	0
5	8	2	0
6	7	3	0
7	6	4	0
8	5	5	0
9	4	6	0
10	3	7	0
11	2	8	0
12	1	9	0
13	0	9	1
14	0	8	2
15	0	7	3
16	0	6	4
17	0	5	5
18	0	4	6
19	0	3	7
20	0	2	8
21	0	1	9
22	0	0	10
23	0	0	11
24	0	0	13
25	0	0	15

- 34 -

Diese Tabelle ist nur zu Illustrationszwecken eingefügt worden und für spezielle Fälle können ohne weiteres größere Abänderungen vorgenommen werden. So kann eine größere und kleinere Anzahl von Farbabstufungen oder Signalwerten vorgesehen sein. Auch können spezielle photographische Materialien, Lichtquellen, Filter und Verarbeitungstechniken Anwendung finden. Ein weiterer Zweck besteht darin, eine optimale Anpassung an die Art der darzustellenden bzw. aufzuzeichnenden Variablen zu erzielen, insbesondere an deren Amplitudenverteilung. Ein anderer Zweck besteht darin, eine Vorspannung für die Darstellung oder Aufzeichnung zu erhalten; beispielsweise besitzt in der Tabelle I die Darstellung der Signalewerte 0 bis 3 einen konstanten blauen Farbwert 10.

Ein weiterer Zweck besteht darin, das sichtbare Auftreffen dem zu erwartenden Fehlerausmaß der darzustellenden bzw. aufzuzeichnenden Variablen anzupassen. Ein Beispiel hierfür tritt bei der Darstellung von Intervallgeschwindigkeiten, die einem seismischen Querschnitt überlagert sind, auf. Die höchsten Werte der Intervallgeschwindigkeit sind gewöhnlich solche, die am wenigsten genau gemessen sind, und es wurde gefunden, daß es am besten ist, diese in Schatten von Braun und Orange anstatt in hellem Rot darzustellen.

-35-

Tabelle II gibt Farbwerte, welche sich als besonders geeignet für die Darstellung von Intervallgeschwindigkeiten erwiesen haben. Die 29 Farbschattierungen entsprechen Abstufungen von 150 m/sek. der Intervallgeschwindigkeit, wobei die erste Stufe der Intervallgeschwindigkeit 1500 m/sek. ist.

Signal- wert	Intervall- geschwindig- keit	Farbe	Grün- blauer Farbwert	gelber Farbwert	karmesin Farbwert
0	1500	Indigo- blau	14	0	14
1	1650		15	0	13
2	1800		15	0	12
3	1950	Blau	15	0	11
4	2100		15	0	10
5	2250		15	0	9
6	2400		15	0	6
7	2550		15	8	0
8	2700		15	9	0
9	2850	Grün	15	11	0
10	3000		14	13	0
11	3150		13	15	0
12	3300		12	15	0
13	3450		11	15	0
14	3600		10	15	0
15	3750		9	15	0
16	3900		8	15	0
17	4050	Gelb	7	15	0
18	4200		0	15	5
19	4350		0	15	8
20	4500		0	15	10
21	4650		0	15	11
22	4800	Braun	0	15	12
23	4950		0	15	13
24	5100		0	15	14
25	5250		0	15	15
26	5400		0	11	15
27	5550		0	7	15
28	5700	Karmesin	0	7	15

Die in Tabelle II aufgeführten Farbwerte sind komplementär, so daß, wenn sie in Verbindung mit der Technik gemäß Fig. 6, 9a und 9c und mit Exktacolor RC37 Papier verwendet werden, sie die in der dritten Spalte aufgeführten Farben mit geeigneten Übergängen zwischen denselben liefern.

Quantitative Wertungen der in Farbe dargestellten bzw. aufgezeichneten Variablen können vorgenommen werden, wenn jedes eine Aufzeichnung tragende Blatt einen Farbschlüssel trägt. Dies bildet einen wichtigen Teil der vorliegenden Erfindung. Wie Fig. 11 zeigt, befindet sich auf einem Blatt neben der Darstellung 71 ein Farbwertschlüssel 72. Dieser bildet eine breite Spur, auf welche die Signalwerte der ersten Spalte von Tabelle II einzeln aufgegeben werden, wodurch sich die in der dritten Spalte enthaltenen Farbabstufungen ergeben. Die diesen Farben zugehörnden numerischen Werte, d.h. die Werte der zweiten Spalte aus Tabelle II, werden neben dem Farbwertschlüssel 72 als eine Farbeichung 73 aufgetragen. Somit können die auf der Darstellung 71 erscheinenden Farben einer entsprechenden Farbe des Farbwertschlüssels 72 zugeordnet und somit mit einem numerischen Wert oder einem Bereich numerischer Werte identifiziert werden.

Fig. 12 zeigt zum Vergleich eine entsprechende Schwarz-Weiß-Darstellung. Es ist leicht zu erkennen, daß die erfindungsgemäße farbige Darstellung aus Fig. 11 einen wesentlich größeren Aussagegehalt hat. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Dieselbe Technik kann überall dort angewendet werden, wo die Interpretation von zahlreichen Variablen am besten von trainierten menschlichen Gehirnen durchgeführt wird und wobei das Problem besteht, dem menschlichen Gehirn die gegenseitigen Beziehungen zwischen diesen Variablen in optimaler Weise durch das Auge zu übermitteln.

ORIGINAL INSPECTED

G/N

G 48 658

Firma SEISCOM LIMITED, Tubs Hill House,  
SEVENOAKS, Kent ( Großbritannien)

---

Patentansprüche:

---

- 1.) Verfahren zum Darstellen oder Wiedergeben von Daten, dadurch gekennzeichnet, daß man eine kombinierte Darstellung einer Vielzahl von Funktionen einer unabhängigen Variablen oder einer verwandten Variablen dadurch erzeugt, daß man jede dieser Funktionen in einer für die Darstellung geeigneten Form als Spur oder Aufzeichnung einer bestimmten Farbe vorbereitet, wobei deren lineare Ausdehnung die unabhängige Variable und die Intensität der Farbe die Größe der Funktion darstellt, woraufhin man die Darstellungen oder Wiedergaben aller Funktionen derart miteinander verschmilzt, daß die Verhältnisse zwischen den Größen der Funktionen durch spezielle gemischte Farben indentifizierbar sind.
- 2.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schlüssel von abgestuften Farben erzeugt und der Darstellung oder Wiedergabe der Funktion zugeordnet wird und daß numerische Werte oder Wertbereiche, welche den Farben zuzuordnen sind, bestimmt



und neben dem Schlüssel als Farbeichung angeordnet werden.

- 3.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen einer sichtbaren Aufzeichnung einer Funktion einer unabhängigen Variablen unterschiedliche Werte der Funktion von verschiedenen Farbwiedergaben entlang einer Spur oder Aufzeichnung, deren Länge die unabhängige Variable ergibt, repräsentiert werden und daß ein geeigneter Farbschlüssel für die Interpretation jeder Farbe in Werten der numerischen Größe der Funktion benutzt wird.
- 4.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen einer zusammengesetzten Darstellung oder Wiedergabe einer Vielzahl von Funktionen derselben oder einander verwandter Variabler eine dieser Funktionen in Form einer variablen Fläche bzw. eines variablen Bereiches dargestellt oder wiedergegeben wird, in welcher die normalerweise schwarze oder weiße Farbe des Bereiches gemäß einer weiteren dieser Funktion oder Funktionen moduliert wird.
- 5.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen einer zusammengesetzten Darstellung oder Wiedergabe einer Vielzahl von Funktionen derselben oder einander verwandter Variabler eine dieser Funktionen in Form einer variablen Dichte bzw. Schwärzung

dargestellt oder wiedergegeben wird und daß die andere Funktion oder die an deren Funktionen zum Modulieren der Farbe der hellen oder dunklen Teile der Spur oder Aufzeichnung der variablen Dichte bzw. Schwärzung benutzt wird oder benutzt werden.

- 6.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen einer sichtbaren Aufzeichnung von ersten und zweiten Funktionen derselben unabhängigen Variablen die erste Funktion als Spur oder Aufzeichnung eines variablen Bereiches oder einer variablen Dichte dargestellt oder wiedergegeben wird, wobei die Länge bzw. Auslenkung dieser Spur oder Aufzeichnung die betreffende unabhängige Variable darstellt, und daß die zweite Funktion als eine Farbmodulation der Spur oder Aufzeichnung dargestellt oder wiedergegeben wird und daß ein geeichter Farbschlüssel für die Interpretation der aufgezeichneten Farben in Ausdrücken der numerischen Größe der zweiten Funktion benutzt wird.
- 7.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen einer zusammengesetzten sichtbaren Aufzeichnung einer Vielzahl von Funktionen einer unabhängigen Variablen jede dieser Funktionen eine Modulation der Intensität einer bestimmten Farbe entlang einer Spur oder Aufzeichnungslinie, deren Länge bzw.

Auslenkung die unabhängige Variable darstellt, bewirkt und daß die Überlagerung der einzelnen Farbanteile oder Farbbeiträge eine Identifikation der speziellen Verhältnisse zwischen den zahlreichen Funktionen in Ausdrücken einer bestimmten Farbe liefert.

- 8.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine weitere Funktion auf die farbige Spur oder Aufzeichnung in Form eines variablen Bereiches oder variablen Dichte bzw. Schwärzung überlagert wird.
- 9.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzeugen einer kombinierten Darstellung oder Aufzeichnung einer Vielzahl von Funktionen derselben oder einer verwandten Variablen für jede dieser Funktionen eine gefärbte Spur oder Aufzeichnungslinie, deren linearer Gehalt bzw. lineare Ausdehnung die unabhängige Variable darstellt und deren örtliche Farbänderungen die örtliche Größe der Funktion darstellen, erzeugt wird, und daß die so gewonnenen zahlreichen Spuren in Positionen relativ zueinander derart angeordnet werden, daß eine Identifikation der zwischen den zahlreichen Funktionen bestehenden Verhältnisse oder Beziehungen in Ausdrücken der speziellen Farben möglich ist.

- 10.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zahlreichen Funktionen physikalische oder chemische Messungen in einem Bohrloch wiedergeben, wobei die unabhängige Variable die Tiefe des Bohrloches ist und wobei die speziellen örtlichen Farben in der Wiedergabe spezielle örtliche Kombinationen der Werte der Messungen anzeigen.
- 11.) Verfahren zum Herstellen eines seismischen Querschnittes nach Anspruch 6 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spur der variablen Fläche bzw. des variablen Bereiches oder der variablen Dichte bzw. Schwärzung das grundlegende Reflektions-signal wiedergibt und daß die Farbmodulation die Ergebnisse einer Hilfsmessung auf die seismischen Daten überspielt.
- 12.) Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsmessungen die Intervallgeschwindigkeit oder die Kreuzneigung oder die Meßpunktkohärenz oder die Reflektionsstärke oder die durch Meßpunktkohärenz diskriminierte bzw. getrennte oder unterschiedliche Reflektionsstärke sind.
- 13.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen Werte in einer aufschreibbaren Form aufgezeichnet und wahlweise nach einer

Zwischenverarbeitung der Schreibstation  
zugeführt werden, wobei Licht unterschiedlicher  
spezieller Farben einander überlagert  
wird und wobei die Intensität jeder Farbeden  
Originalwerten der Funktion verwandt ist ; und  
daß die so gewonnene Farbüberlagerung in  
einem Farbdruk aufgezeichnet wird.

G/N

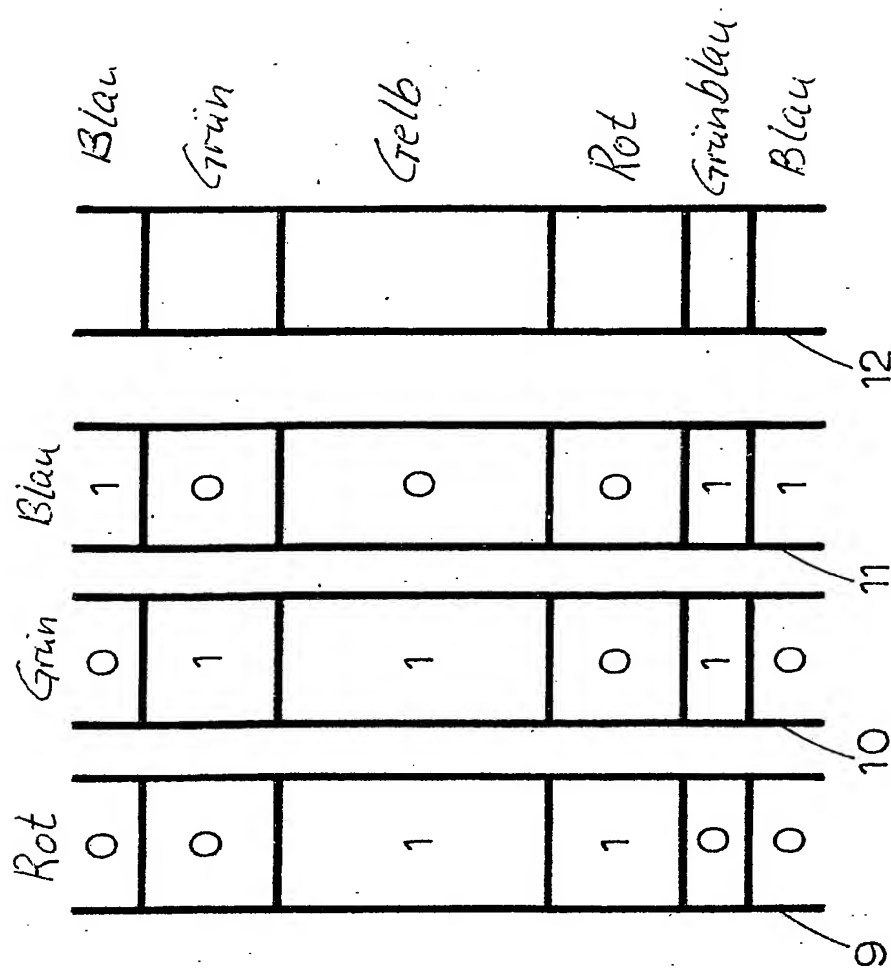
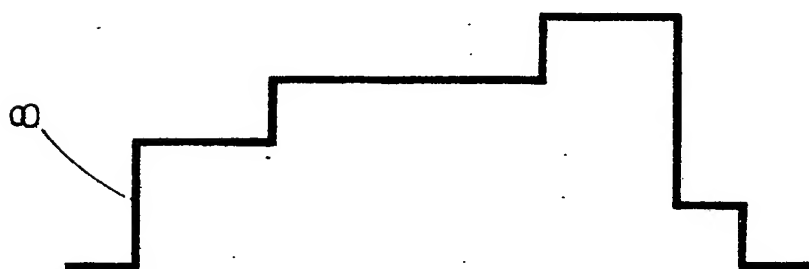


Fig. 2.



309818/0893

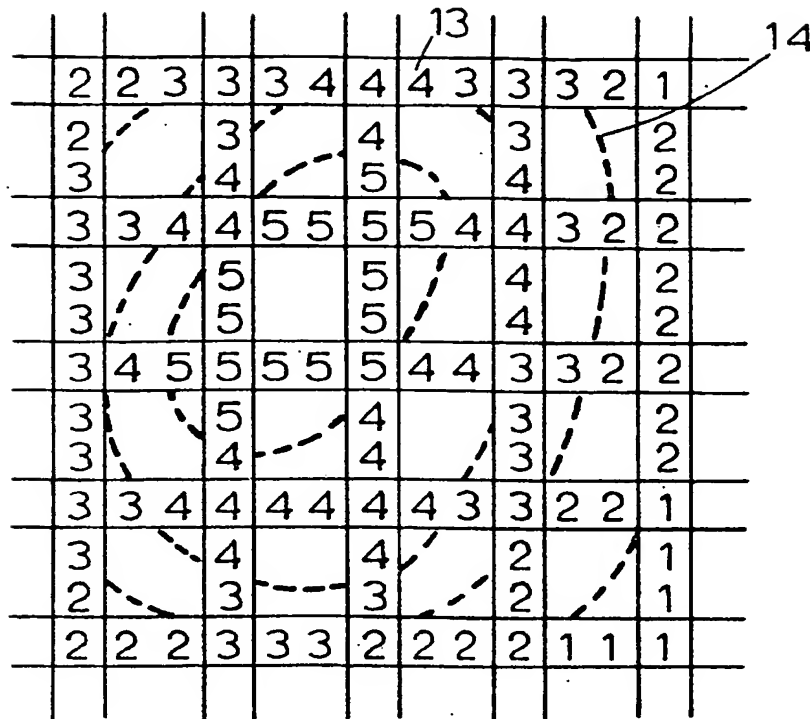


Fig. 3 .

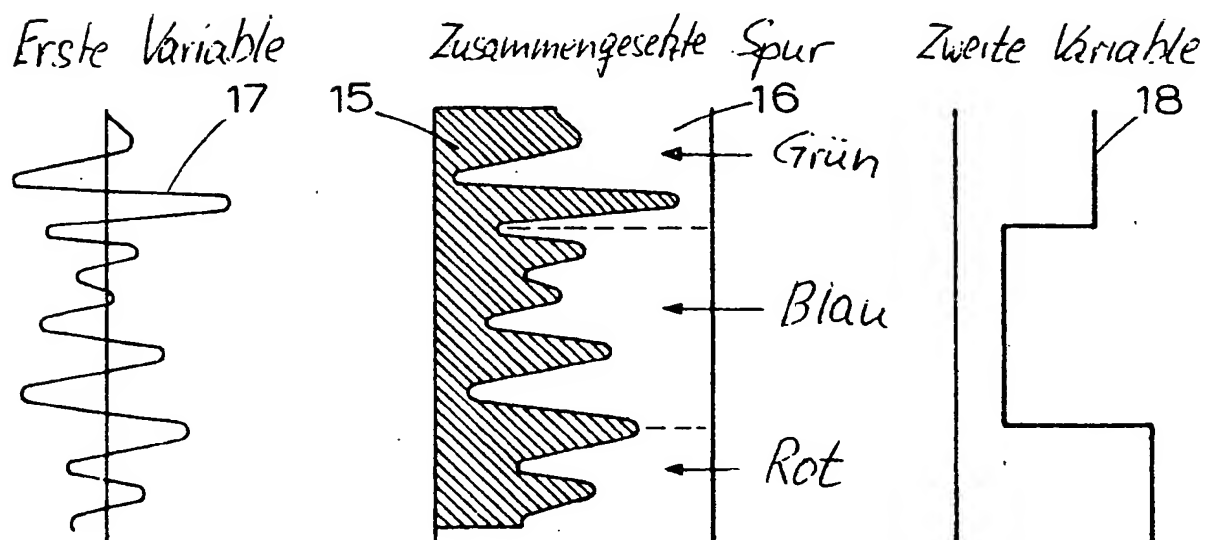


Fig. 4 .

47-

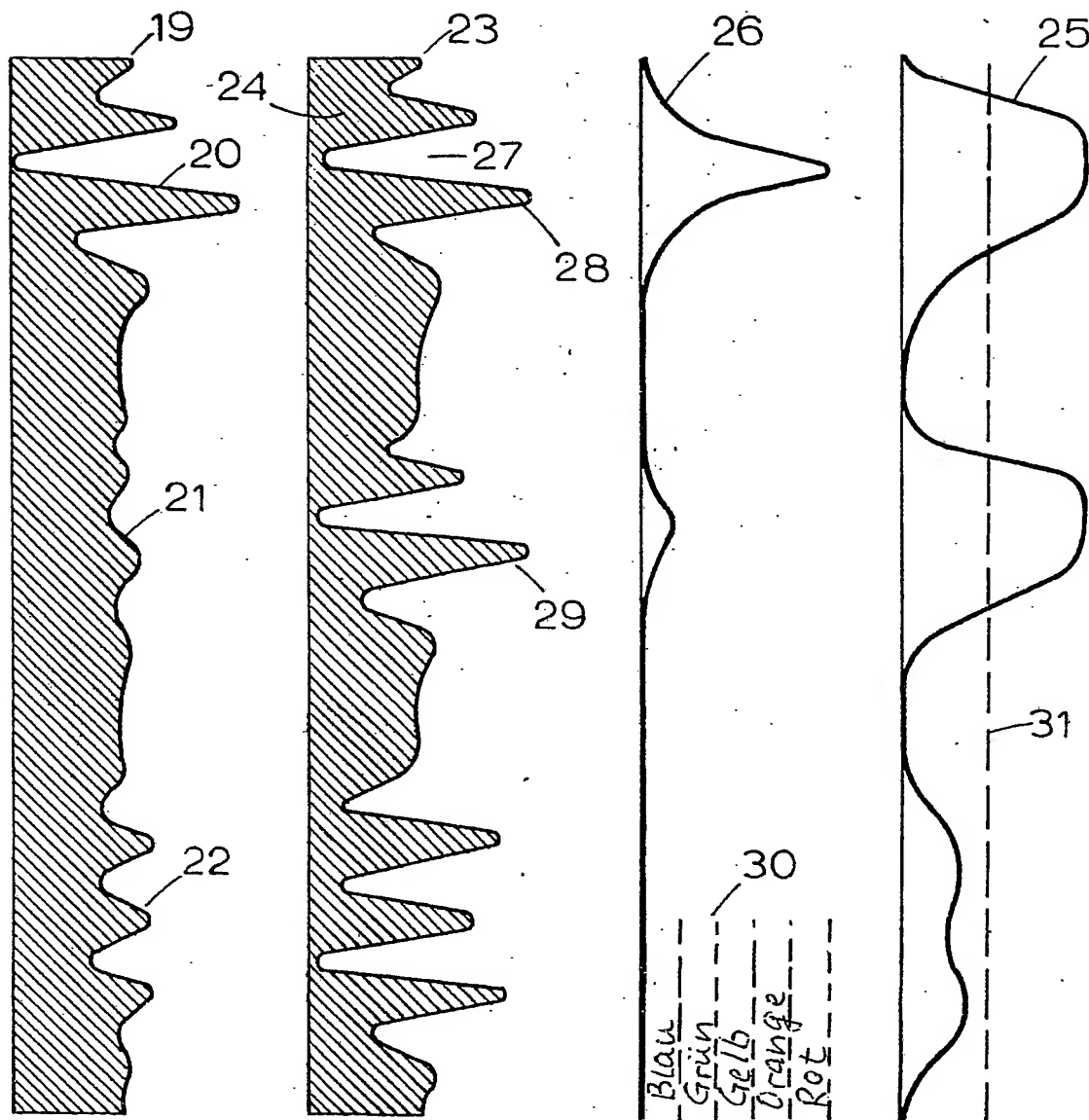


Fig. 5.

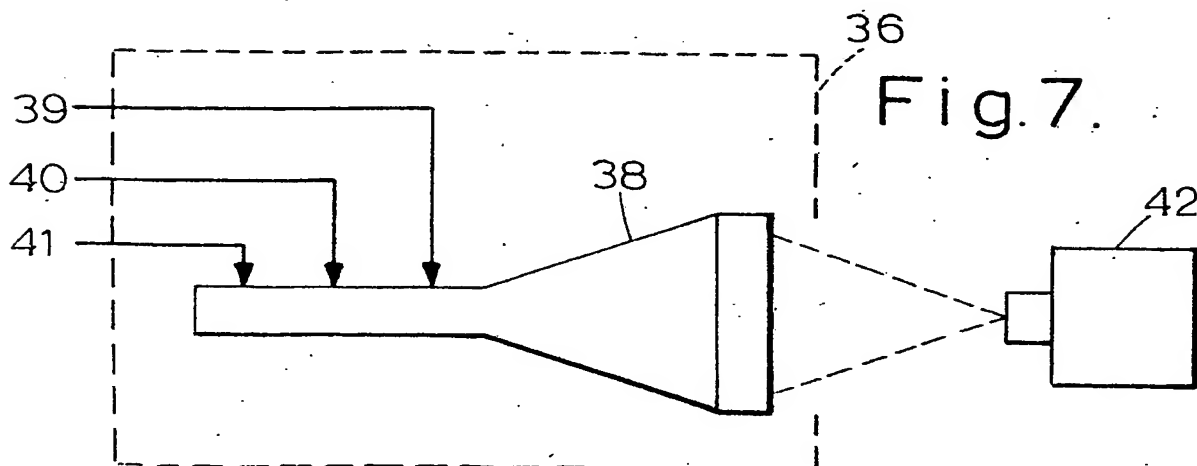


Fig. 7.

309818/0893



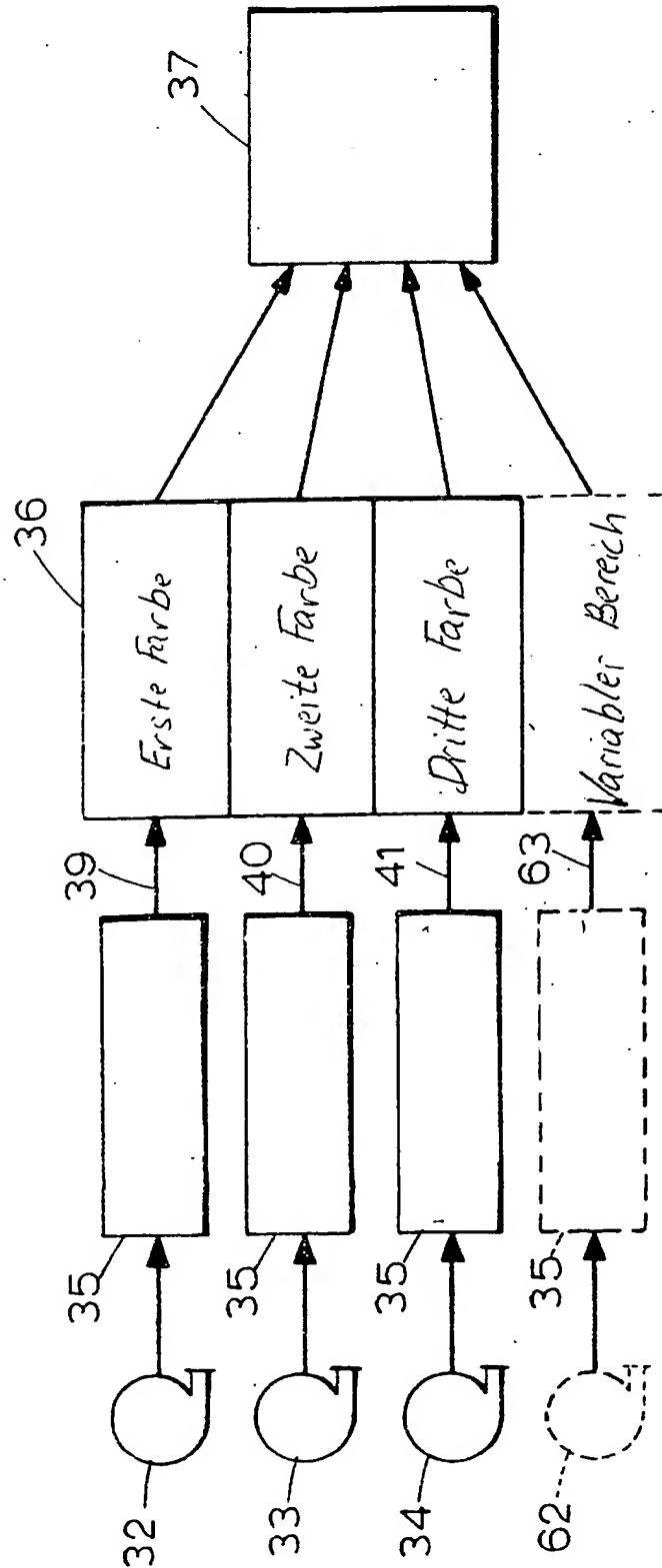


Fig. 6.

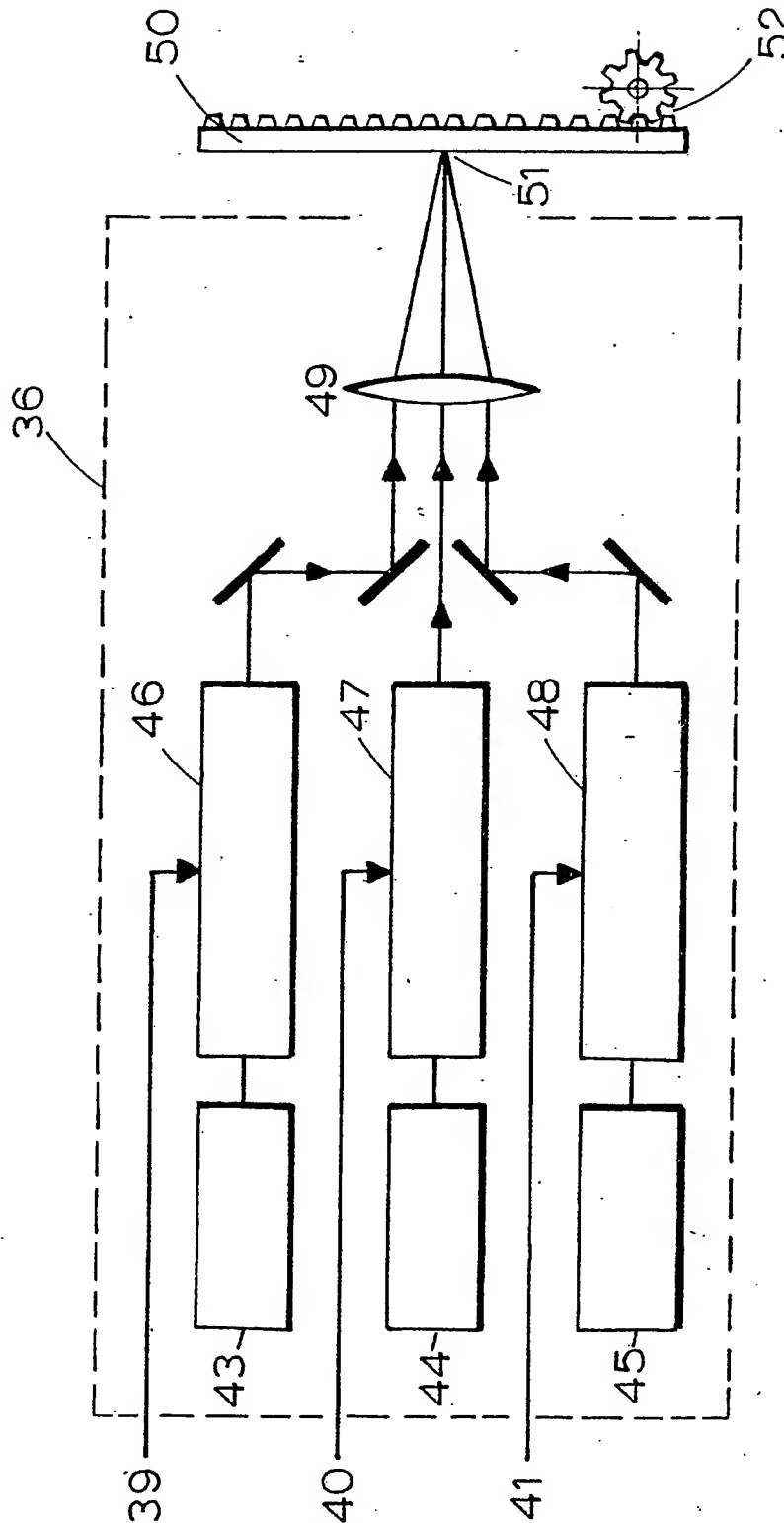


Fig. 8.

- 50 -

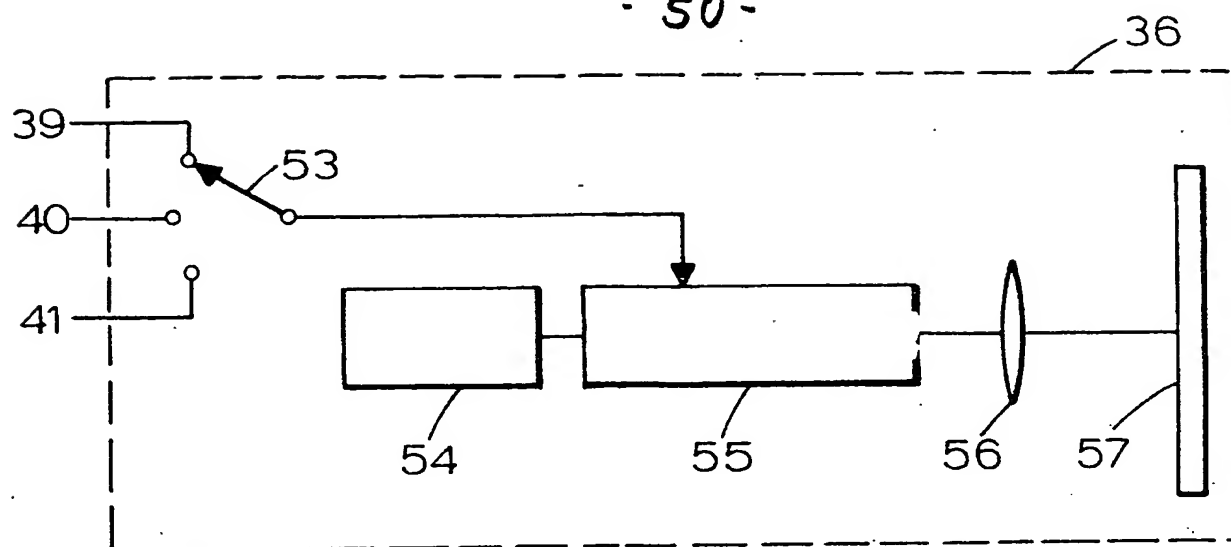


Fig. 9a.

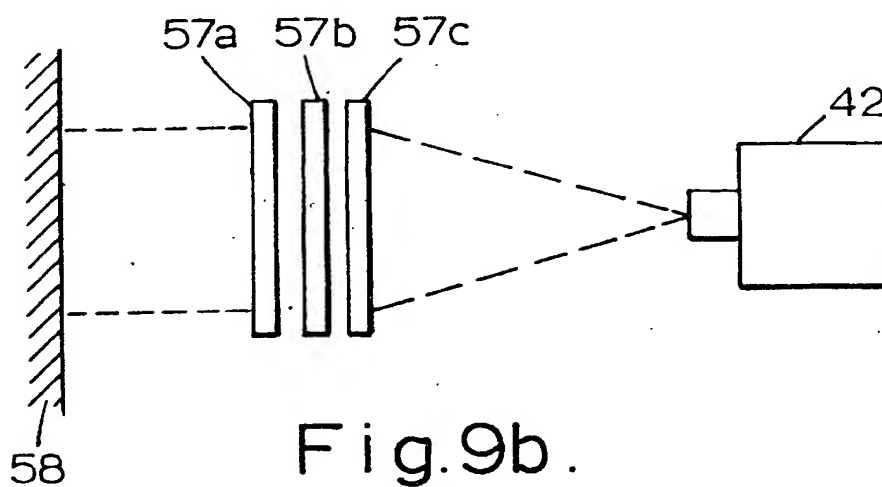


Fig. 9b.

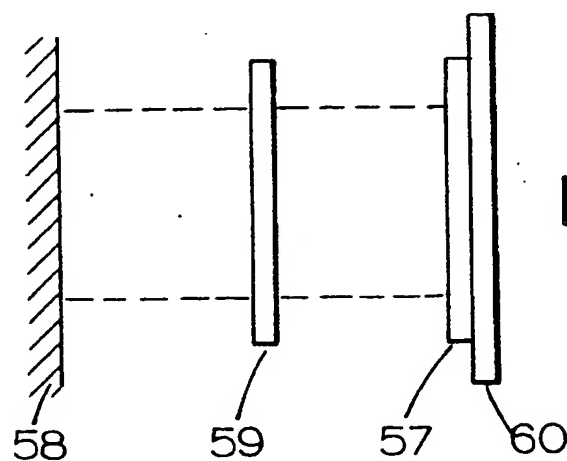


Fig. 9c.

51.

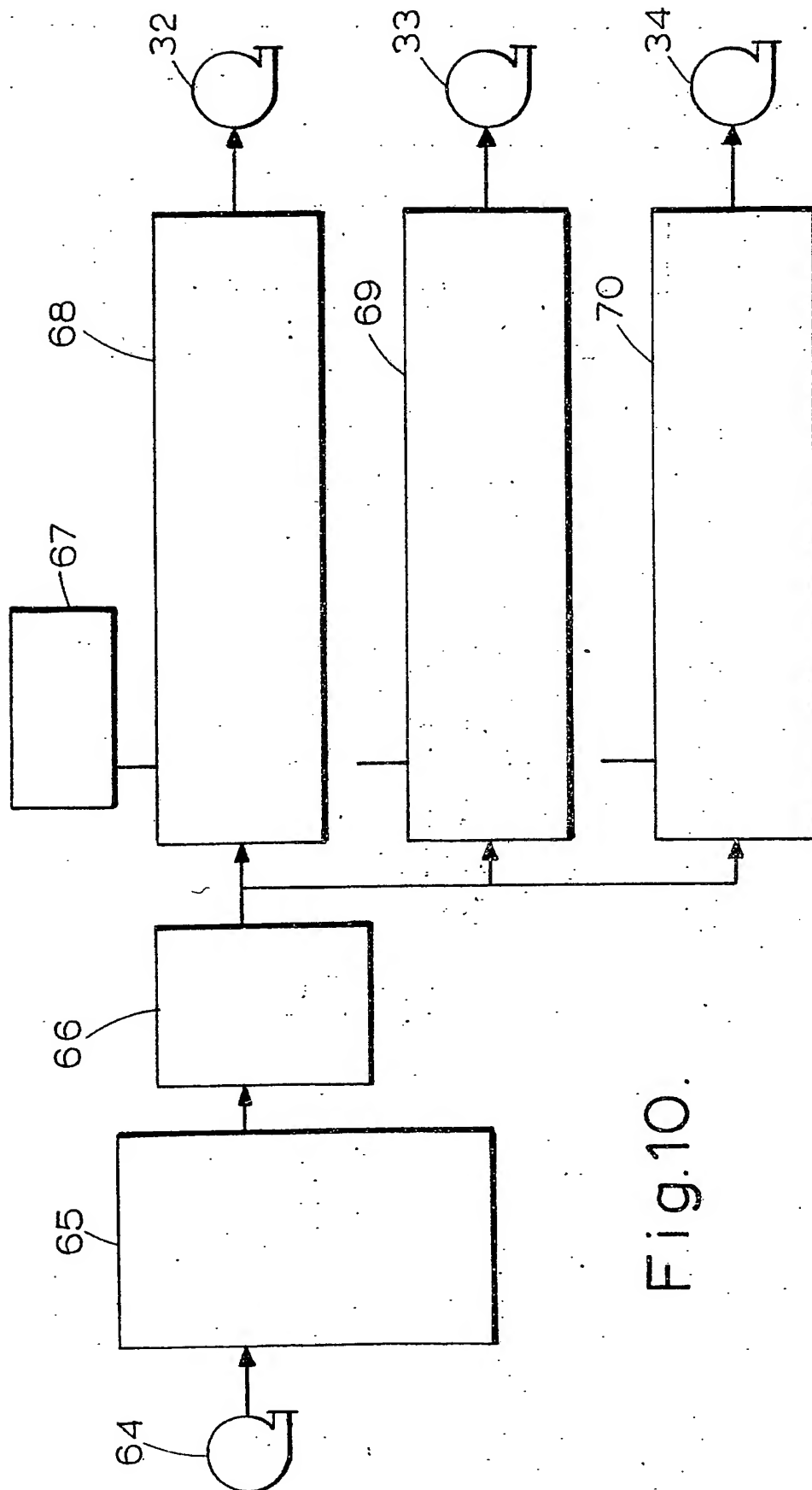


Fig.10.

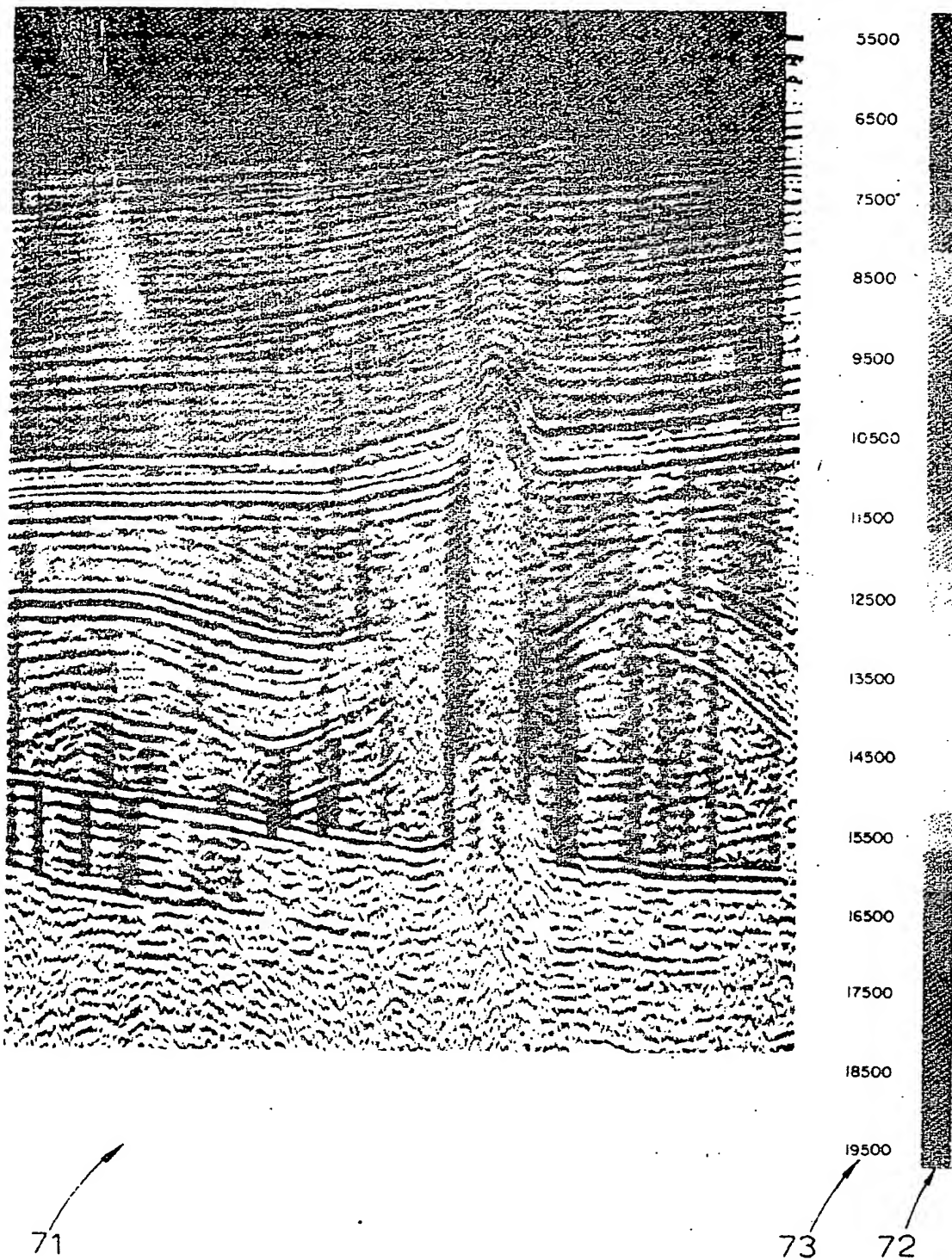


Fig. 11.

2253014

53-

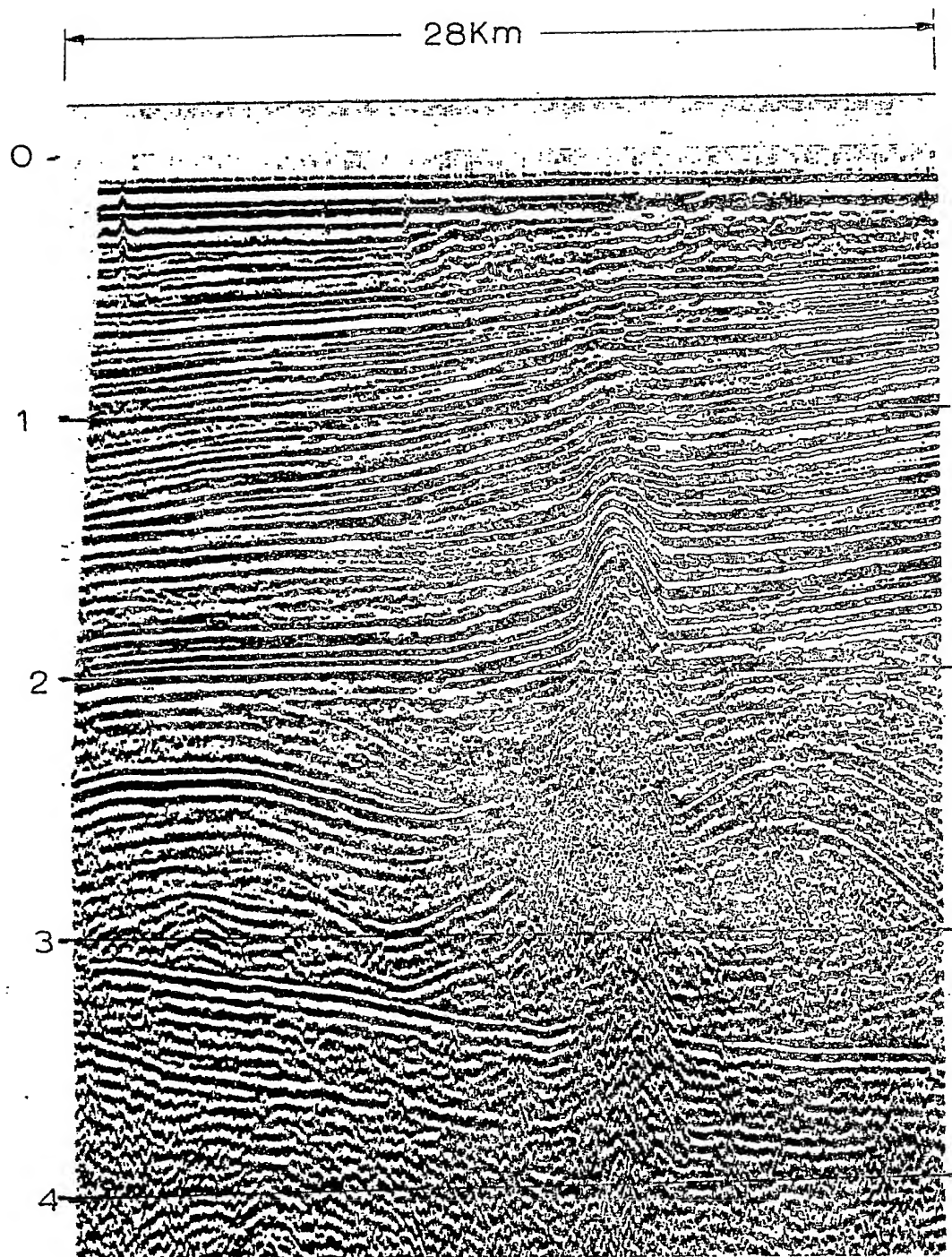


Fig.12.

309818/0893

BEST AVAILABLE COPY

. 54 -  
2253014

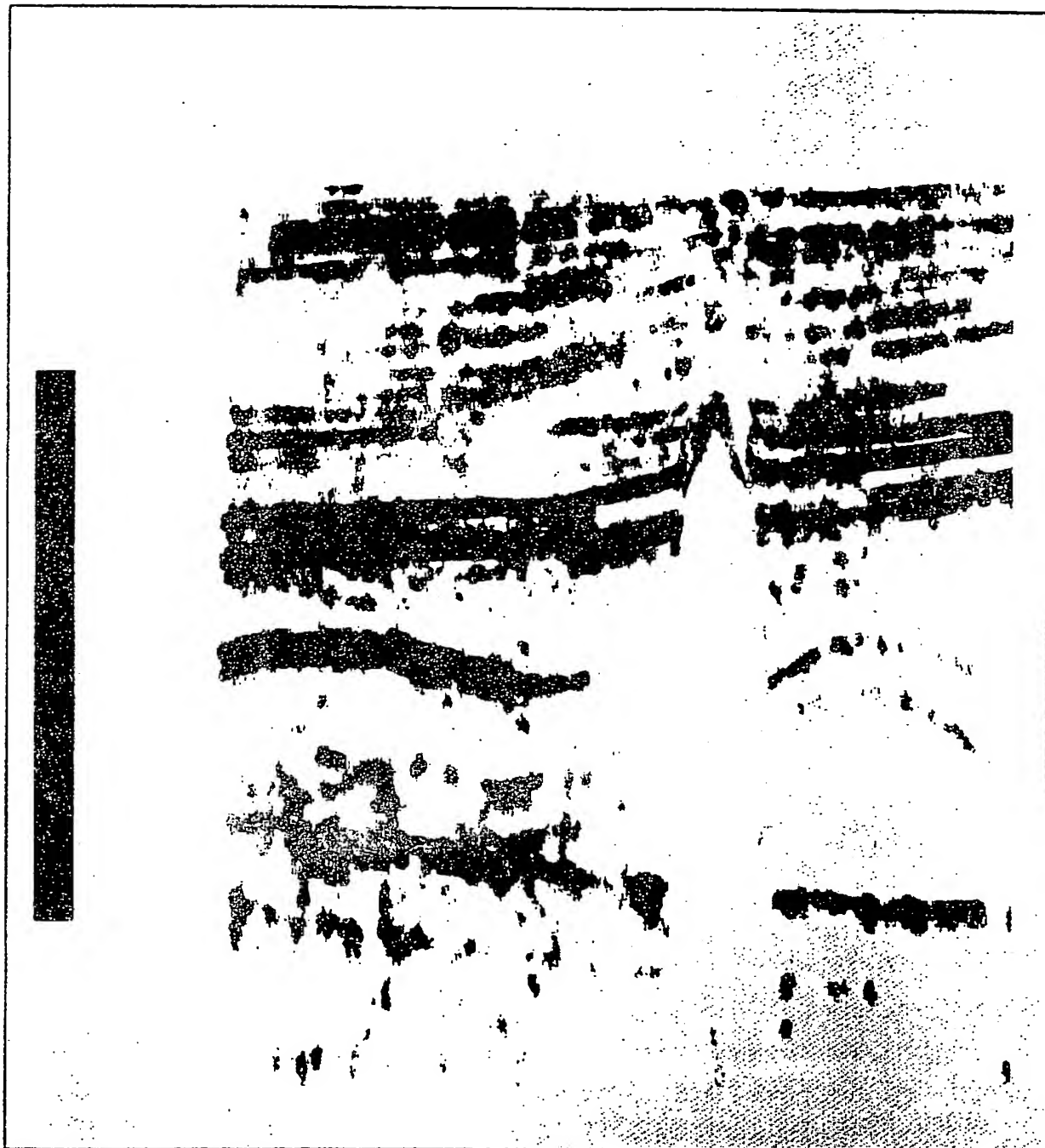


Fig. 13a.

309818/0893

BEST AVAILABLE COPY

55.

2253014

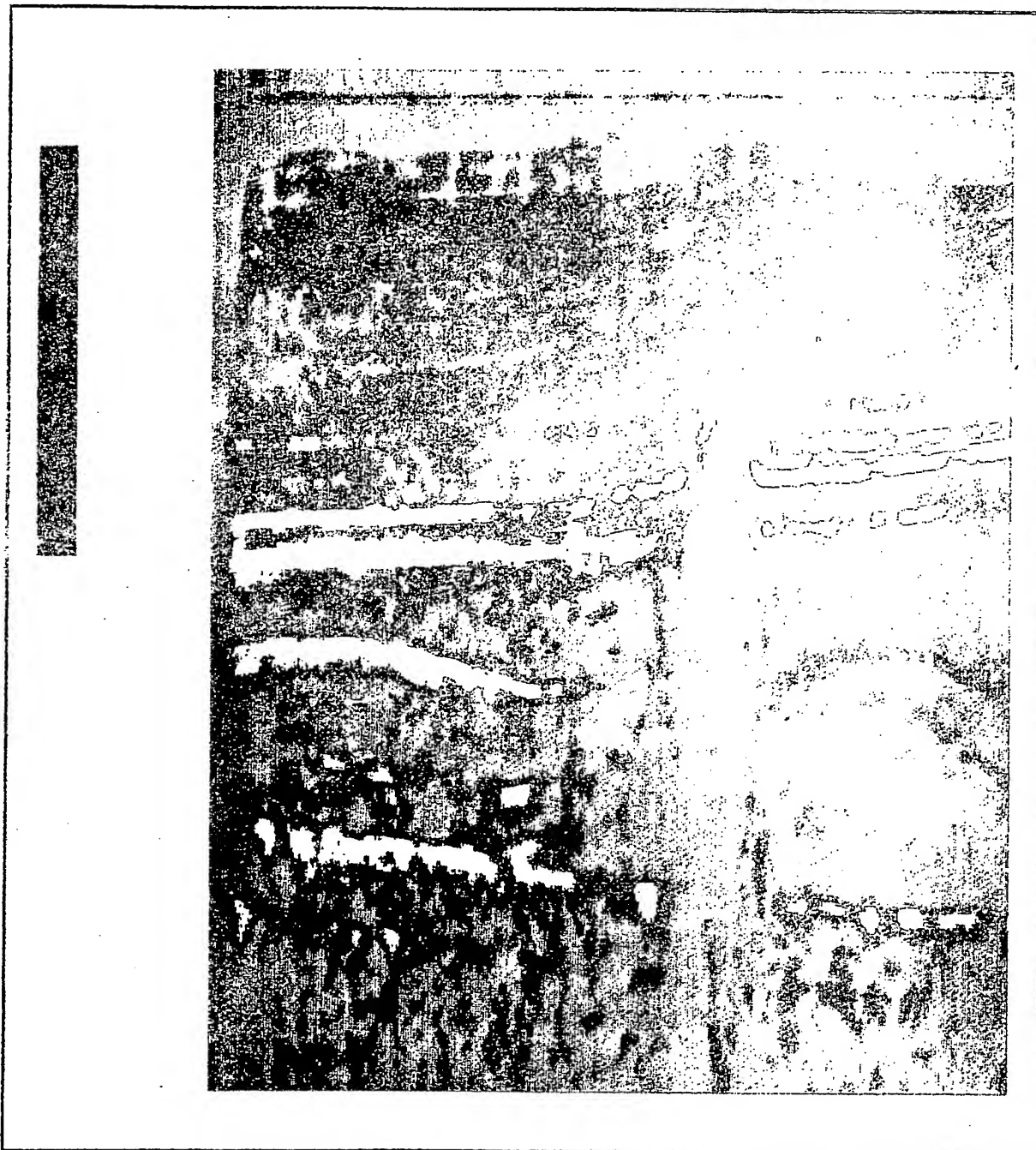


Fig.13b.

309818/0893

BEST AVAILABLE COPY



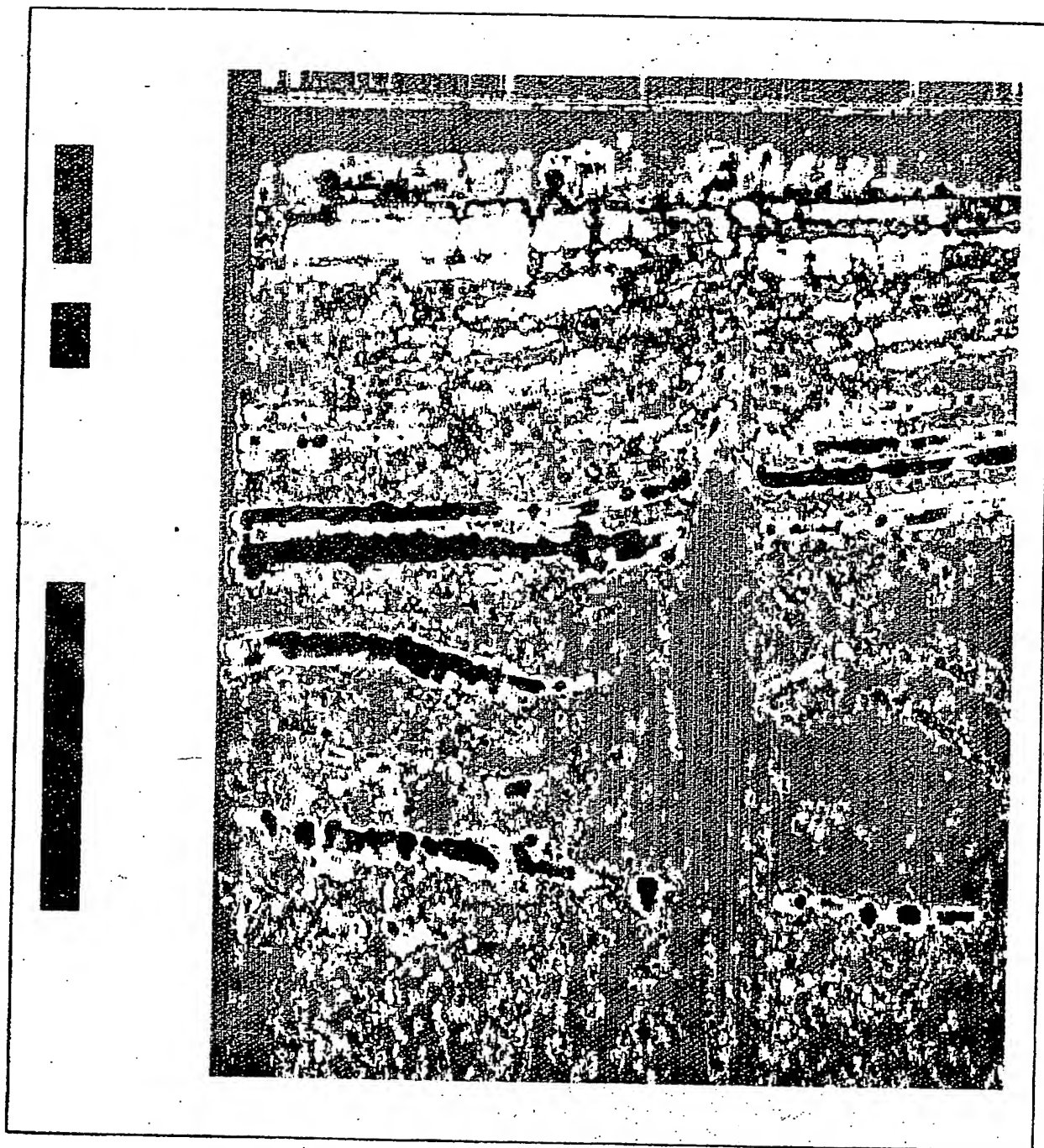


Fig.13c.

309818/0893

BEST AVAILABLE COPY

57.

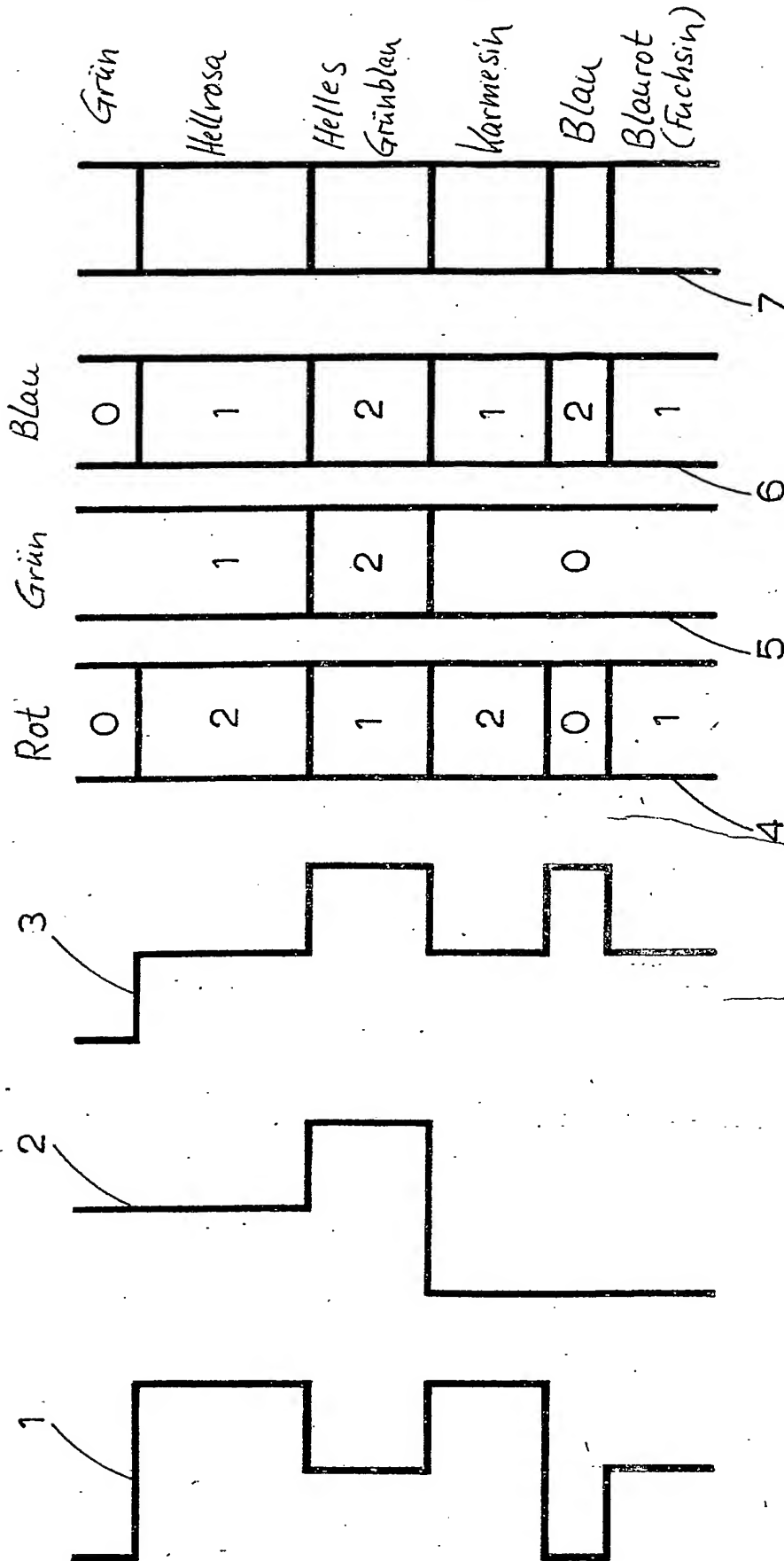


Fig. 1.

42 d 3-10 AT: 28.10.72 OT: 03.05.73